

EXPLORAÇÃO DOS SISTEMAS DA TRIMBLE PARA EXECUÇÃO DE OBRAS EM PMES

FILIPPE MANUEL MOREIRA GONÇALVES

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES CIVIS

Orientador: Professor Doutor Alfredo Augusto Vieira Soeiro

JUNHO DE 2017

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2016/2017

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2014/2015 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2015*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Aos meus Pais, Irmã e Raquel, a luz da minha existência.

E a única maneira de fazeres um excelente trabalho é amares o que fazes. Se ainda não encontraste, continua à procura. Não te acomodes. Tal como acontece com todos os assuntos do coração, saberás quando o encontrares.

Steve Jobs

RESUMO

O Mundo evolui a um ritmo alucinante nos nossos dias. Portanto, o universo da Construção não consegue fugir a este paradigma revolucionário e tenta acompanhar este ritmo quase frenético. De referir que, ao contrário de indústrias como o caso da indústria automóvel, a Indústria da Construção teve alguma resistência inicial em desenvolver-se em termos tecnológicos. Porém, como toda a Indústria mundial estava a evoluir nesse sentido de resultados mais fluídos, rápidos, eficientes e menos problemáticos, a atitude quase “arcaica” da Indústria da Construção também mudou.

As revoluções tecnológicas como a implementação de metodologias novas de trabalho como o BIM revolucionaram a maneira de trabalhar pelo que se assiste cada vez mais a uma preocupação em pensar todos os pormenores da obra na fase de projeto antes de iniciar trabalhos, poupando problemas, dinheiro e tempo e maximizando eficiência, rapidez de trabalho e cooperação entre especialidades. A implementação desta tecnologia ainda está em fase precoce, mas estão a ser dados passos para a sua implementação. A robotização e mecanização de processos na Construção é cada vez mais também uma realidade pelo que, hoje em dia, já é possível que muito trabalho como o caso das movimentações de terra ser executado por máquinas guiadas por GPS.

Esta postura defensiva e de desconfiança das PME's portuguesas tem algum fundamento devido ao ciclo negro que atravessaram nesta última década, com a grave crise financeira que Portugal atravessou que provocou forte desinvestimento em Obras Públicas e mesmo no setor privado com a banca a deixar de conceder empréstimos para o setor da Construção. O cenário tem vindo a melhorar muito tenuemente nos últimos anos com o setor do Turismo a dinamizar a reabilitação dos centros históricos das cidades, aumentando o número de obras, mas ainda longe de números de algumas décadas atrás.

A Trimble posiciona-se como um gigante fornecedor mundial para diversos setores/indústrias nomeadamente o setor da Construção com aplicações *software* que trabalham segundo metodologia BIM, de forma aumentar a eficiência e rentabilizar o trabalho executado e que permitem ainda o controlo, em qualquer parte com serviços *cloud*, de tudo o que se passa no estaleiro de obra. Disponibiliza ainda soluções de maquinaria guiada por GPS para trabalho robotizado e disponibiliza instrumentos de levantamento topográfico de alta precisão e qualidade.

Foi escolhido o *software Business Center – HCE* para estudo, tendo-se simulado a sua utilização com um projeto de simulação fornecido por um representante oficial, executou-se uma análise SWOT a fim de perceber todas as vantagens e problemas a resolver com a aplicação e, por fim, foi ainda proposto um guia de procedimentos para implementação numa obra piloto de uma PME portuguesa. No final deste trabalho, concluiu-se que esta aplicação é uma boa ferramenta para implementar numa PME dado o seu caráter polivalente de execução de diversos tipos de obra e que dá resposta com modelos 3D, mapas de quantidades e orçamentos precisos às fases iniciais de movimentação de terras e infraestruturas básicas que têm caráter dúbio e que provocam desequilíbrios orçamentais.

PALAVRAS-CHAVE: Trimble, PME, Business Center – HCE, Eficiência, Robotização

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
 1. FUNDAMENTOS E OBJETIVOS	1
1.1. INTRODUÇÃO/ÂMBITO	1
1.2. OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO	2
1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	2
 2. METODOLOGIA BIM: FUTURO PRESENTE DA CONSTRUÇÃO	3
2.1. RETROSPETIVA HISTÓRICA	3
2.2. BIM: O QUE É?	6
2.2.1. DEFINIÇÃO DE BIM	6
2.2.2. Definições Inerentes	9
2.2.2.1. Níveis de Maturidade do Modelo	9
2.2.2.2. Níveis de Detalhe do Modelo	10
2.3. BENEFÍCIOS VS DIFICULDADES DO BIM	11
 3. FUNCIONAMENTO DE PME's DE CONSTRUÇÃO EM PORTUGAL	13
3.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DAS PME'S PORTUGUESAS	13
3.2. EVOLUÇÃO HISTÓRICA ATIVIDADE PME'S CONSTRUÇÃO	14
3.3. ESTRUTURA E DIFICULDADES DE FUNCIONAMENTO PME'S	20
 4. TRIMBLE: FERRAMENTAS PARA O MUNDO DA CONSTRUÇÃO	23
4.1. INTRODUÇÃO À TRIMBLE	23
4.1.1. NASCIMENTO: 1978	23
4.1.2. DÉCADA DE 80	23
4.1.3. DÉCADA DE 90	24

4.1.4. NOVO MILÊNIO: 2000	25
4.1.5. 2010-2016	29
4.2. ATUALIDADE DA TRIMBLE	32
4.2.1. ASPETOS GENÉRICOS.....	32
4.2.2. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL	32
4.2.3. MERCADOS ALVO, EMPRESAS DO GRUPO E PRODUTOS TRIMBLE	36
 5. BUSINESS CENTER - HCE	 47
5.1. CARATERIZAÇÃO GLOBAL DA APLICAÇÃO.....	47
5.1.1. FIELD DATA MANAGEMENT	48
5.1.2. DATA REVIEW.....	49
5.1.3. DATA PREP	49
5.1.4. SITE TAKEOFF	50
5.1.5. ROAD TAKEOFF	51
5.1.6. MARINE CONSTRUCTION	52
5.2. SITECH IBERIA: REPRESENTANTE IBÉRICO TRIMBLE	53
5.2.1. REUNIÕES DE TRABALHO	55
5.3. SIMULAÇÃO DE PROJETO COM BUSINESS CENTER – SITE TAKEOFF.....	56
5.4. ANÁLISE SWOT DO BUSINESS CENTER - HCE	61
5.4.1. PONTOS FORTES E PONTOS FRACOS	61
5.4.2. OPORTUNIDADES E AMEAÇAS.....	63
5.5. PROCEDIMENTOS PARA IMPLEMENTAÇÃO NAS PME’S DO BUSINESS CENTER - HCE	64
5.5.1. FASE DE PREPARAÇÃO.....	65
5.5.2. FASE DE IMPLEMENTAÇÃO.....	67
5.5.3. FASE DE AVALIAÇÃO	68
 6. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	 69
6.1. CONCLUSÕES GERAIS	69
6.2. TRABALHOS FUTUROS	71
 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 72
 8. ANEXOS	 73

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 – Ivan Sutherland a usar o seu Sketchpad	3
Fig. 2 – Charles M. Eastman pioneiro de BIM	4
Fig. 3 – Revit utiliza BIM.....	5
Fig. 4 – As 7 Dimensões do BIM.....	7
Fig. 5 – BIM tem em conta todas fases de vida de edificado	8
Fig. 6 – Trabalho Colaborativo cria incremento de eficiência	8
Fig. 7 – Níveis Maturidade BIM	9
Fig. 8 – Diferentes níveis de detalhe de BIM	11
Fig. 9 – Funcionamento Sistema DGPS	24
Fig. 10 – Seiko Epson Locatio.....	25
Fig. 11 – Parceria de Trimble com Caterpillar leva a criação de SITECH	28
Fig. 12 – Mr.Berglund, CEO da Trimble	32
Fig. 13 – Chefias Executivas	35
Fig. 14 – ALK, uma das empresas Trimble.....	37
Fig. 15 – Applanix, uma das empresas Trimble.....	37
Fig. 16 – Cengea, uma das empresas Trimble	38
Fig. 17 – GEOTrac, uma das empresas Trimble	38
Fig. 18 – Logicway, uma das empresas Trimble.....	38
Fig. 19 – MyTopo, uma das empresas Trimble.....	39
Fig. 20 – PeopleNet, uma das empresas Trimble.....	39
Fig. 21 – Plancal, uma das empresas Trimble.....	39
Fig. 22 – TMW Systems, uma das empresas Trimble	40
Fig. 23 – Trade Service, uma das empresas Trimble	40
Fig. 24 – Vilanova Systems, uma das empresas Trimble	40
Fig. 25 – Plancal, uma das empresas Trimble	41
Fig. 26 – Connected Community, uma aplicação Trimble	41
Fig. 27 – Novapoint, uma aplicação Trimble	42
Fig. 28 – Quadri, uma aplicação Trimble	42
Fig. 29 – Quantm Alignment Planning System, uma aplicação Trimble	43

Fig. 30 – Tekla Civil, uma aplicação Trimble	44
Fig. 31 – TILOS, uma aplicação Trimble.....	44
Fig. 32 – Trimble Contractor, uma aplicação Trimble	45
Fig. 33 – Vision Link, uma aplicação Trimble.....	45
Fig. 34 – Aspeto inicial Business Center – HCE	47
Fig. 35 – Field Data Management.....	49
Fig. 36 – Data Prep	50
Fig. 37 – Site Takeoff	51
Fig. 38 – Road Takeoff.....	52
Fig. 39 – Marine Construction	53
Fig. 40 – Sitech Iberia	54
Fig. 41 – Sede da Sitech Iberia	55
Fig. 42 – Visualização 3D de Superfícies Categorizadas	56
Fig. 43 – Criação de Layers e Melhorias	57
Fig. 44 – Associação de Melhorias a Respetivas Layers	57
Fig. 45 – Definição de estratos.....	58
Fig. 46 – Definição de Pontos Captação de Água	58
Fig. 47 – Camada Superficial de Topo.....	59
Fig. 48 – Rede Drenagem Pluvial e Residual isolada.....	59
Fig. 49 – Rede de Pontos de Acesso Às Redes	59
Fig. 50 – Pedido de Criação de Relatório	60
Fig. 51 – Colocação de informação em diferentes zonas.....	60

ÍNDICE DE QUADROS (OU TABELAS)

Tabela 1 – Critérios de Classificação PME	13
Quadro 1 – Evolução Nível Atividade Construção 2008-2011	14
Quadro 2 – Evolução de Desemprego 2008-2011	15
Quadro 3 – Evolução Nível Confiança Setor Construção 2008-2011	15
Quadro 4 – Previsões Estatísticas 2013	16
Quadro 5 – Evolução Positiva de Índice de Confiança e Carteira Encomendas	17
Quadro 6 – Evolução do Desemprego Construção	17
Quadro 7 – Evolução Confiança e Carteira Encomendas em 2014	18
Quadro 8 – Evolução Desemprego 2014	19
Quadro 9 – Organograma Típico PME's – Dimensão Média	21

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

IC – Indústria da Construção

CAD – Computer Aided Design

BIM – Building Information Modeling

GPS – Global Positioning System

PME – Pequenas e Médias Empresas

CSG – Construtive Solid Geometry

CIFE – Center for Integrated Facility Engineering

IFC – Industry Foundation Class

COBie – Construction Operations Building Information Exchange

RCD – Resíduos de Construção e Demolição

LOD – Level of Detail

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

AIA – American Institute of Architects

IAPMEI – Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e à Inovação

FEPICOP – Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas

ANEOP – Associação Nacional de Empreiteiros de Obras Públicas

AECOPS – Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas e Serviços

AICCOPN – Associação dos Industriais da Construção Civil e Obras Públicas

INE – Instituto Nacional de Estatística

DGPS – Differential Global Positioning System

TDS – Tripod Data Systems

INS – Inertial Navigation System

MRM – Mobile Resource Management

GNSS – Global Navigation Satellite System

AVAC – Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado

DWG – Drawing

DBO – Design-Build-Operate

SWOT – Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats

B-Rep – Boundary Representation

Fig. – Figura

1

FUNDAMENTOS E OBJETIVOS

1.1 Introdução/Âmbito

Vivemos tempos de grande agitação social, económica e tecnológica em que tudo é vivido muito rapidamente, tudo flui cada vez mais rápido e revoluções a todos os níveis referidos acontecem muito frequentemente. O caso da Indústria da Construção (IC) não escapa a esta lógica frenética, tentando acompanhar da melhor forma possível os avanços que ocorrem sucessivamente em todas as indústrias no Mundo. O fato de referir “melhor forma possível” não é fortuito verificando-se que no caso da IC sempre existiram grandes entraves ou relutância em acompanhar progressos que existiam noutras indústrias, possibilitados pelos avanços tecnológicos. Devido a esta relutância, a IC estagnou durante algumas décadas em termos de produtividade e eficiência em comparação com outras indústrias levando ao descrédito generalizado das sociedades nos intervenientes do sector da construção e deixando a IC desfragmentada em que cada um dos intervenientes (Empreiteiro + Projetista + Dono de Obra) procura individualmente o seu maior benefício. Isto tem como resultado obras que são entregues com muito menor qualidade que o pretendido e um maior número de conflitos entre intervenientes perfeitamente evitáveis que em nada beneficiam a IC.

Com os avanços tecnológicos que foram sendo introduzidos na IC, é possível fazer transições importantes como a passagem de projetos e desenhos de papel para projetos e desenhos em formato tecnológicos (formato CAD). Esta transição foi considerável e trouxe um aumento inequívoco de rapidez, produtividade e eficiência à IC. No entanto, ao longo dos anos, tem-se verificado que ainda existem lacunas graves tais como o fato de projetistas das diferentes especialidades projetarem e trabalharem de forma separada e autónoma levando a incompatibilidades graves de projeto e, consequentemente, a erros e atrasos graves em obra; o fato de os todos os intervenientes não trabalharem de forma conjunta desde o início da obra. Com vista a ultrapassar estas dificuldades de incompatibilidades e falta de comunicação, os avanços tecnológicos permitiram criar metodologias de trabalho designadas *Building Information Modeling* (BIM) em que é possível modelar toda a informação virtualmente referente aos projetos, pormenores construtivos e requisitos técnicos de todo o ciclo de vida de uma obra. Esta transição para o BIM é um passo fundamental para o enriquecimento da entrega de uma obra melhor feita, mais rapidamente executada e com menor custo/problemas de gestão ao longo de todo o processo levando a que a IC se torne mais competitiva, eficiente e com mais crédito perante a sociedade. De referir ainda que em alguns locais no Mundo, como o Reino Unido, existe legislação que obriga a que projetos sejam executados com BIM pelo que se percebe a importância que o domínio desta tecnologia tem na IC no Mundo.

A Trimble é um gigante conglomerado de empresas norte-americano, fundado em finais de anos 70, que opera em áreas tão diversas como as aplicações geospaciais, construção, agricultura, transporte e logística, telecomunicações, rastreamento de ativos, mapeamento, utilidades, gestão de recursos móvel, entre outras áreas da indústria mundial. A partir do ano 2014, assume uma posição firme na tecnologia BIM com compra de empresas como a Tekla, Vico Office e Gehry Technologies GTeam e torna-se uma bandeira mundial no campo do BIM. É ainda líder mundial na produção de *software* para trabalho não pilotado guiado por tecnologia *GPS* de maquinaria pesada usada em indústrias tão diversas como agricultura, defesa nacional, setor automóvel ou mesmo a construção. Aproveitando a crescente robotização e utilização de novas tecnologias na construção, a Trimble pretende assumir-se como um fornecedor de referência em todo o ciclo de vida das obras das empresas de todo o mundo nomeadamente também em Portugal, apesar do clima de desconfiança e ceticismo tradicional dos portugueses relativamente às inovações tecnológicas. A ideia passa por tentar consciencializar as empresas portuguesas de que estas inovações tecnológicas vieram para ficar e que é de grande importância a sua adaptação a um mercado de construção em mudança em todo o mundo.

1.2 Objetivos da Dissertação

A presente dissertação tem como objetivos primordiais o estudo dos produtos comerciais vendidos pela Trimble que podem ser usados na execução de obras por parte das Pequenas e Médias Empresas (PME) portuguesas sendo escolhidos aqueles que são mais exequíveis para as mesmas e suas dimensões/caraterísticas. Aplicar os produtos escolhidos em PME na execução de obras, executar uma análise custo-benefício da aplicação dos mesmos com base nas vantagens e desvantagens encontradas finalizando com a elaboração de procedimentos a seguir pelas PME para utilização futura dos produtos em estudo.

1.3 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação é constituída pelos seguintes principais capítulos:

No **Primeiro Capítulo** é realizado um enquadramento geral dos temas a ser estudados com a definição dos objetivos a cumprir.

No **Segundo Capítulo** pretende-se fazer uma abordagem ao BIM no qual se evidencia o seu modo de funcionamento, diferenças em comparação com projeto tradicional e vantagens da sua aplicação.

No **Terceiro Capítulo** explica-se o funcionamento de uma PME de construção portuguesa com organograma organizacional padrão com hierarquias, fluxos de informação preferenciais e sistemas de gestão de obra utilizados pelas mesmas.

No **Quarto Capítulo** é apresentada a Trimble com explicação da sua história, produtos comercializados que podem ser usados em execução de obra e diversas outras indústrias e sua aplicabilidade.

No **Quinto Capítulo** são apresentadas as soluções escolhidas, sua utilização e respetiva análise custo-benefício com vantagens e desvantagens encontradas finalizando com apresentação de procedimentos para implementação futura dos produtos estudados.

No **Sexto Capítulo** são apresentadas as conclusões finais acerca da implementação dos produtos da Trimble escolhidos e suas implicações futuras.

2

Metodologia BIM: futuro presente da Construção

2.1 Retrospectiva Histórica

Nos anos que se seguiram às Grandes Guerras Mundiais, o Mundo assistiu a mudanças drásticas a todos os níveis nomeadamente nos progressos tecnológicos. A nível industrial, o Mundo começou a caminhar a passo cada vez mais acelerado devido às inovações que floresciam frequentemente e a um ritmo cada vez mais intenso.

Como tal, a IC também se desenvolveu de forma notória ainda que a um ritmo menor que restantes indústrias. Ocorreram mudanças incríveis ao nível da conceção de projeto de obras com a introdução da computorização na modelação dos dados que permitiram executar projetos bem mais rapidamente a fim de acompanhar o ritmo evolutivo do Mundo e a sua demanda por obras. De referir ainda que, após as Grandes Guerras Mundiais, o Mundo assistiu a um período de paz e prosperidade “controlado” em que as grandes potências mundiais EUA e URSS competiam ferozmente nos avanços tecnológicos que culminaram com acontecimentos marcantes para a História da Humanidade como a ida à Lua. Esta competição fez o Homem avançar em termos tecnológicos a uma velocidade bastante diferente da até então.

Apesar do grande trabalho de precursores tecnológicos como *Von Neumann*, *Eckert e Mauchly* que permitiram o acesso a desenho assistido, as décadas de 60 e 70 foram cruciais no desenvolvimento de tecnologia computacional de execução de projeto. Mais concretamente em 1962, *Douglas C. Englebart*, na sua publicação *Augmenting Human Intellect* [1], apresentou ao Mundo a sua visão inovadora acerca da perceção do ser humano sobre problemas sistemáticos que o afetam no dia-a-dia e da maneira eficiente como os resolve sendo que coloca o uso de computadores como um grande aliado para aumento de eficiência e rapidez na resolução dos mesmos problemas. Para tal, sugere que se conceba projetos com base em sistemas de modelação à base de objetos, modelação paramétrica e ainda bases de dados comuns relacionais. [2]. No ano de 1963, *Ivan Sutherland*, ao executar o doutoramento estuda gráficos que se baseiam em coordenadas de pontos e linhas que lhe possibilitam a criação de modelos tridimensionais visíveis, em diversas perspetivas, no ecrã de um computador. Desta forma, criou o programa *Sketchpad*. [3]



Fig. 1 Ivan Sutherland a usar o seu Sketchpad [3]

Nos inícios da década de 70, a empresa norte-americana IBM consegue padronizar a linguagem gráfica e técnica de computadores para três dimensões. Este fato tornou-se crucial para o desenvolvimento de uma geração de sistema CAD (Computer Aided Design) que permitiam a modelação tridimensional. [2]

Ainda no início da década de 70, *Eastman* constatou que existiam duas formas diferentes de modelação tridimensional sendo elas a modelação *Construtive Solid Geometry (CSG)* e a modelação *Boundary Representation (B-Rep)*. A primeira forma de modelação caracteriza-se por usar formas, sólidos ou vazios geométricos básicos como cubos, esferas, entre outros que se intersejam para darem origem a formas desejadas, de complexidade variável. Já a segunda forma de modelação, caracteriza-se por ser um modelo de fronteiras em que são constituídas por faces, arestas ou vértices. É importante ainda reter as grandes diferenças entre estas duas formas de modelação tais como: os CSG memorizam uma fórmula algébrica para definirem a forma pretendida enquanto que os B-REP assimilam os resultados do sólido; os CSG têm a capacidade de regeneração com facilidade e ainda que representação de sólidos CSG é mais lenta que os B-REP. [4]

Por volta de 1974, *Eastman* executa estudos de avaliação, com base numa biblioteca de elementos e com ajuda de outros arquitetos, para criação de sistema *Building Description System* para um caso de estudo de um projeto de uma casa de Verão. Desta forma, pela primeira vez modelou-se um edifício com base numa base de dados bem para além da informação geométrica: início de uso de metodologia BIM na sua verdadeira essência. [5]



Fig. 2 Charles M. Eastman pioneiro de BIM [7]

“Qualquer mudança no arranjo teria que ser feita apenas uma vez para todos os desenhos futuros. Todos os desenhos derivados da mesma disposição de elementos seriam automaticamente consistentes (...) qualquer tipo de análise quantitativa poderia ser ligado diretamente à descrição (...) estimativas de custo ou quantidades de material poderia ser facilmente geradas (...) fornecendo um único banco de dados integrados para análises visuais e quantitativas (...) Empreiteiros de grandes projetos podem achar esta representação vantajosa para a programação e para pedidos de materiais.” [5].

No ano de 1977, o gigante americano IBM comercializa um programa pioneiro designado CADAM e, nesse mesmo ano, surge outro chamado de NIAM em que utilizam “metodologias de projeto de bancos de dados, que apoia a troca de informações entre computadores, usando frases simples.” [6]

No ano de 1979, a gigante Boeing consegue desenvolver uma plataforma designada de IGES que permite a comunicação de dados entre diferentes sistemas CAD. Isto permite que os dados dos projetos ganhem uma capacidade de mobilidade e adaptabilidade entre empresas ou sistemas diferentes.

Na década de 80, os sistemas CAD de então ganham a capacidade de serem introduzidos em computadores pessoais pelo que, a partir deste momento, inicia-se um crescimento de empresas que desenvolvem *hardware* e que desenvolvem inúmeros *softwares* com metodologia similar à atual BIM. De referir ainda que o programa *Autocad*, desenvolvido pela empresa *Autodesk*, surge pela primeira vez e permite o desenho de sólidos ou massas em formato CAD.

No ano de 1986, Robert Aish publica um artigo designado “*Building Modeling*” onde surge ineditamente “tecnologia criada para desenvolvimento de trabalho de projeto de Arquitetura, que inclui modelação 3D, extração de desenhos automáticos, componentes inteligentes paramétricos, bancos de dados relacionais, faseamento temporal dos processos de construção (...)” [7]. Este mesmo autor participa ainda na criação do *software* RUCAPS.

Paul Teicholz cria o *Center for Integrated Facility Engineering* (CIFE) em Standford em 1988 no qual um grupo de entusiastas estuda a quarta dimensão de modelação nomeadamente o tempo. Com isto, marca-se claramente o início de uma nova era do desenvolvimento das metodologias BIM em que se melhora a eficiência das ferramentas especializadas de construção e trata-se o modelo BIM como um protótipo que começa a ser testado e simulado de acordo com o que a IC pretende. [8]

Na década de 90, Leonid Raiz, Irwin Jungreis e David Conant conseguem criar um *software* que permite executar uma gestão de projetos de arquitetura mais complexos e que fica conhecido pelo nome de REVIT.

No ano de 1995, a Organização Internacional de Normalização (ISO) regista o formato *Industry Foundation Class* (IFC) que permite a troca de informação entre diferentes programas que utilizem metodologias BIM.

Em 2002, o gigante americano *Autodesk* consegue comprar o programa REVIT e, em 2004, consegue mesmo incrementar nesse mesmo programa metodologias de trabalho colaborativas e que possibilitam a integração e interação das diferentes especialidades num projeto único. [8]

Nesta presente década, assiste-se a grandes avanços na implementação da metodologia BIM no mundo inteiro sendo que, em alguns países como UK, as metodologias BIM são obrigatórias e contam mesmo com legislação específica.

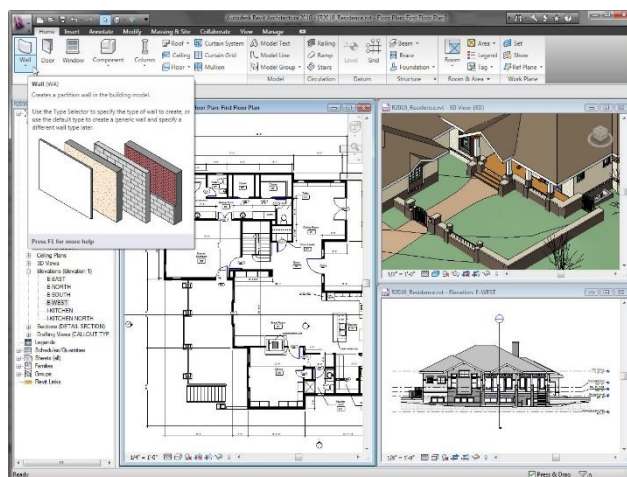


Fig. 3 Revit, um exemplo de BIM [9]

2.2. BIM: o que é

2.2.1. Definição de BIM

De acordo com a instituição norte-americana *National BIM Standard-United States*, é possível designar a metodologia BIM como sendo uma representação digital das características físicas e funcionais de uma infraestrutura pelo que funciona como uma base de informação partilhada. Desta forma, é possível uma tomada de decisões mais eficiente desde o início da conceção do projeto até ao período de manutenção da infraestrutura que resultar do projeto. [9]

Os *softwares* que trabalham segundo a metodologia BIM permitem uma representação das diversas peças e/ou conjunto global da infraestrutura nas suas mais diversas especialidades em que se consegue ter acesso direto às suas propriedades físicas e específicas. De referir que estes modelos podem incorporar informações de áreas tão diversas como topografia, implantação da construção, dimensionamento, geometria e visualização espacial, materiais construtivos e suas propriedades, quantidades e preços dos mesmos, fornecedores, planeamento de tarefas com respetivos prazos, interligação das diferentes especialidades, entre outras temáticas. Os utilizadores destes programas ainda conseguem ter a possibilidade de interação com modelo a três dimensões bem como criar vistas ortogonais em planta ou alçado para mais eficiente interpretação de todo o projeto. Como é facilmente perceptível, o utilizador destes *softwares* consegue inúmeras vantagens sendo a mais importante a garantia que ao trabalhar numa planta ou alçado e introduzindo alterações, todo o projeto será atualizado. [10]

Outra grande vantagem reside no fato de os utilizadores utilizarem objetos paramétricos que permitem ao utilizador criar geometrias dinâmicas que, por sua vez, deixam que deixe de ser necessário repetir indefinidamente o processo de criação para cada caso em que haja uma mudança de dimensão. Fica assim resolvido um dos grandes problemas da IC que consistia na criação de desenhos a múltiplas escalas pelo que o tempo despendido para a criação de desenhos se reduziu significativamente. De referir ainda que existe um formato de informação digital designado *Construction Operations Building Information Exchange (COBie)* em que se publica informação não geométrica de modelos no âmbito do BIM. Estes conteúdos constituem-se como um inventário detalhado do modelo. [10]

A grande interligação das diferentes especialidades que trabalham em conjunto nesta metodologia resulta num projeto mais rápido, mais eficiente e menos gerador de problemas que se traduz numa maior competitividade na luta por preços para conquista de novos trabalhos tal como referido em citação abaixo por um chefe executivo de gabinete de arquitectura.

“The efficiencies and speed I’ve gained by using BIM allow me to be competitive with my fees and spend more time on design.” Davey McEathron, Principal, *Davey McEathron Architecture*

Numa primeira fase de um projeto, é criado um modelo tridimensional paramétrico em que podemos designar também por *BIM 3D*. O modelo em questão dá-nos a possibilidade de visualizar o que foi criado muito semelhante com o que será a realidade em que o *software* permite a navegação digital dentro das infraestruturas do modelo. Desta forma, torna-se evidente a interligação entre os diversos projetistas e mesmo o dono de obra.

A partir do momento em que se adiciona a dimensão *Tempo*, passa-se a considerar que se entra noutro nível designado de *BIM 4D*. Ao considerar esta variável na informação que se insere no modelo permite

que se crie um cronograma das tarefas a executar em obra, simular e reorganizar dependendo das necessidades pretendidas.

Ao inserir informação referente aos custos, entra-se noutra dimensão adicional designada de *BIM 5D*. Com este tipo de informação, é possível conseguir diferentes simulações em qualquer etapa do projeto, estudar possíveis adaptações ou mesmo alterações técnicas e/ou conceptuais que possibilitem uma maior eficiência em custos e evitar problemas de cumprimento de prazos.

Todas estas cinco dimensões referidas são resultado de convenções e são unânimes em todo o Mundo. No entanto, ainda é possível acrescentar outras dimensões segundo alguns autores. O sexto nível (*BIM 6D*) é associado à gestão do edificado devido ao fato de a sustentabilidade do que se constrói ser considerado transversal a todos os níveis e que as preocupações ambientais justificam este sexto nível. Neste nível, é possível executar análises em temáticas como o consumo energético, emissões e certificações dos edifícios, gestão dos RCD. [11]

Após a construção do projeto, surge uma fase bastante importante e que, no nosso país, é bastante negligenciada: fase de utilização. Esta fase é a mais longa do projeto na qual se tem de gastar dinheiro ciclicamente em manutenção preventiva. É também fundamental passar o empreiteiro e/ou projetista responsável pela construção passar ao dono de obra um livro de obra com todas as recomendações para o edifício. A utilização de modelos BIM permite ter tudo isto em conta e, desta forma, entramos na sétima dimensão: *BIM 7D*. *Softwares* que utilizem a metodologia BIM permitem realizar uma manutenção efetiva e eficaz do edificado tendo um relatório com informações sobre materiais, fornecedores, referências e garantias de equipamentos utilizados e até é possível agendar as manutenções antecipadamente. [11]



Fig. 4 As 7 Dimensões do BIM [11]

É importante salientar mais uma vez que, para o sucesso da implementação da metodologia BIM, é necessário um trabalho intenso colaborativo entre todos os intervenientes da IC desde dono de obra, equipa projetista, empreiteiro, fabricantes e fornecedores e mesmo a comissão de gestão do edificado. Esta forma de trabalhar é completamente inovadora com o que se tem praticado um pouco por todo o mundo (salvo raras exceções) pelo que constitui um desafio para todos os intervenientes. O fato de terem

que trabalhar tendo em conta o que recebem de outros intervenientes e ter que interligar todo o trabalho executado obriga a um trabalho mais intenso nas fases de preparação e execução dos projetos, mas que se refletem numa diminuição do trabalho progressiva ao longo da obra. Para existir este trabalho interligado, é necessário existir uma plataforma de trabalho digital onde se guarda todo o trabalho executado por todos os intervenientes incluindo alterações e/ou adaptações ao longo da obra. Existem inúmeros *softwares* no mercado que possibilitam este trabalho colaborativo online tais como o caso do PRONIC em Portugal.



Fig. 5 BIM tem em conta todas fases de vida de edificado [11]

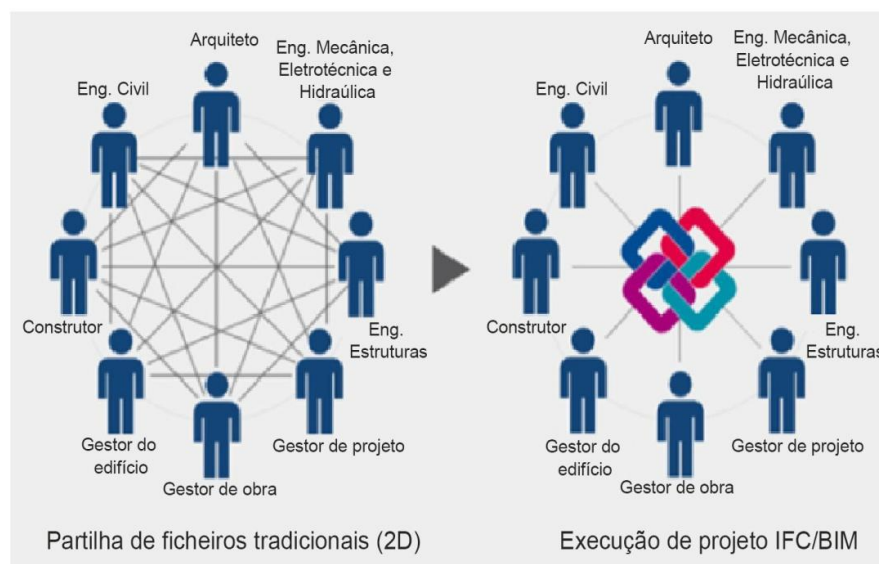


Fig. 6 Trabalho Colaborativo cria incremento de eficiência [13]

Tal como é bem demonstrado na figura 6, é bem perceptível as diferenças entre a maneira de trabalhar digamos “tradicional” comparada com a maneira de trabalhar que obriga a metodologia BIM. A metodologia BIM é bem mais exigente, mas também nos fornece um produto final com mais qualidade, menos possibilidade de erros, menos atrasos e menos derrapagens orçamentais.

2.2.2. Definições Inerentes

2.2.2.1. Níveis de Maturidade do Modelo

A implementação com sucesso de metodologias BIM apresenta-se como um processo complicado visto ter uma série de pré-requisitos (coordenação contínua, interoperabilidade e partilha de informação entre utilizadores) que têm de ser satisfeitos e que, tal como referido anteriormente, rompem com paradigmas que estiveram vigentes bastante tempo.

No entanto, no Reino Unido, um exemplo de grande sucesso da metodologia BIM, foram definidos diversos níveis de maturidade BIM, tal como ilustrado na figura 7, tendo em conta a tecnologia utilizada para o desenvolvimento de projetos e os processos de partilha de informação.

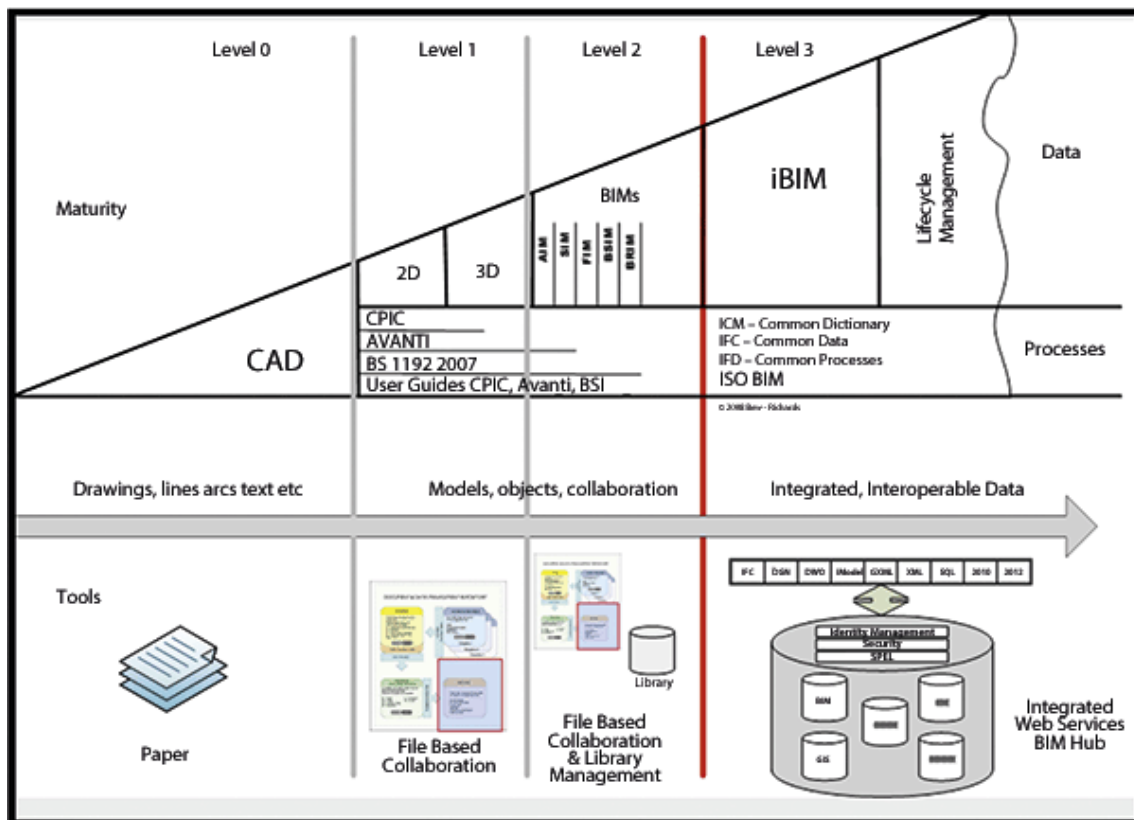


Fig. 7 Níveis Maturidade BIM [13]

Esta definição de níveis foi executada de forma algo simples em que se consideram 4 diferentes níveis. No **nível 0**, estamos um paradigma de trabalho que nos era comum até há bem pouco tempo em que não existe trabalho colaborativo nem partilha de informação entre os diversos intervenientes, apenas são utilizados formatos CAD 2D em que os *outputs* se resumem a *prints* eletrónicos ou em papel. De referir ainda que este paradigma já está, felizmente, ultrapassado na maioria do mercado de trabalho. Passando agora ao **nível 1**, este já se afigura como uma metodologia de trabalho que a maioria das empresas da IC usam nos dias de hoje. Mesmo tendo em conta que não existe colaboração interdisciplinar neste nível, já verificamos a troca de informações via eletrônica com expressão, a utilização de ferramentas CAD 3D na execução de desenhos conceptuais. No entanto, ainda se verifica a utilização de formato CAD 2D para execução dos desenhos obrigatórios. Subindo mais um degrau para o **nível 2**, subimos também na exigência visto que, neste nível, já se verifica um trabalho colaborativo entre as diversas especialidades

e todas as equipas usam os seus modelos 3D tendo em atenção que não estão obrigatoriamente a trabalhar num único modelo partilhado por todos. Todas as informações referentes a determinado projeto são partilhadas usando formatos comuns que assim permite a correta organização e integração da informação ao longo do desenvolvimento do projeto. Para se conseguir isto, todas as equipas de trabalho têm de trabalhar em *softwares* que permitam exportar a informação em formatos comuns tal como o **IFC** ou o **COBie**. Chegando ao **nível 3**, chega-se também ao nível máximo de trabalho colaborativo em que todos os intervenientes trabalham num modelo único partilhado, trabalhando desta forma todos ao mesmo tempo sobre o mesmo projeto estando o mesmo associado a uma *cloud* de possível edição em qualquer momento. Desta forma, eliminam-se incompatibilidades de projetos de diversas especialidades sendo que esta forma de trabalhar tem o nome de “*Open BIM*”. A grande dificuldade desta forma de trabalhar está nas questões de direitos de autor e responsabilidade legais com a possível cópia sem permissão de trabalho de algum projetista. [12] [13] [14]

2.2.2.2. Níveis de Detalhe do Modelo

Os níveis de detalhe do modelo BIM, também conhecido por *Level of Development* (**LOD**), são referências que permitem aos intervenientes da indústria *Arquitetura, Engenharia e Construção* (**AEC**) fazer especificações e articular os diversos modelos ao longo das várias etapas do processo do processo construtivo. [14]

Estas referências são uma interpretação minuciosa do esquema de **LOD** executado pelo *American Institute of Architects* (**AIA**) de acordo com os protocolos *E202-2009 BIM and Digital Data Exhibit* e *Ig202-2013 Project BIM Protocol Form*. [14]

Os **LOD** não se definem como sendo a fase em que determinado projeto se situa. Pelo contrário, são uma descrição de todas as etapas até aí já executadas nas respetivas diferentes fases do projeto pelo que permitem identificar de forma eficiente e clara o conteúdo e qualidade da informação que se encontra anexada ao modelo. Desta forma é possível definir-se claramente os “entregáveis” para o avanço do projeto. De referir que os “entregáveis” (*deliverables*) representam um ou mais ficheiros requisitados para fazer avançar determinado projeto.

O primeiro nível de detalhe, também designado por **LOD 100**, representa o projeto conceptual em que o modelo consiste num conjunto de massas que possibilitam executar medições de volumes, orientações e estimativas orçamentais iniciais de pouco detalhe. Já existem neste nível alguns elementos e símbolos representativos da existência dos diversos componentes. Passando ao segundo nível, também designado de **LOD 200**, o modelo passa a conseguir representar formas geométricas de componentes existentes apenas com valores aproximados mesmo tendo em conta que já estão estabelecidos os tamanhos, formas, quantidades, orientações e localizações dos elementos. No terceiro nível, também designado de **LOD 300**, o modelo encontra-se num momento de detalhe superior onde é possível realizar desenhos de construção geométricos. Parâmetros como quantidades, formas, localização e orientação já são passíveis de medição diretamente a partir do modelo sem recorrer a informações vindos do exterior do próprio modelo. Existe ainda o nível intermédio designado de **LOD 350** em que a principal diferença reside no fato de existir uma representação de elementos de interface entre sistemas em que esses elementos podem de ser suporte ou de ligação. No nível seguinte, **LOD 400**, o modelo já possui um nível de detalhe que possibilita que seja possível o fabrico e montagem do mesmo. Estes modelos com este nível de detalhe já são adequados para os projetistas entregarem aos empreiteiros e fabricantes pois possuem informações exatas referentes aos parâmetros já anteriormente referidos e mesmo o próprio processo construtivo. No último nível de detalhe, **LOD 500**, está-se perante um modelo exatamente igual ao que foi ou será construído (*as-built*). Este nível de detalhe apenas tem interesse em modelos de

infraestruturas muito específicas em que aspetos como a operacionalidade e manutenção assumem um papel de destaque. [14]

É de salientar que nenhum modelo pode ser designado de **LOD xxx** pelo que, ao longo de qualquer fase de determinado projeto, poderão existir elementos representativos de diversos níveis de detalhe diferentes tal como ilustrado nas figuras seguintes. É de referir ainda que no Reino Unido utilizam também esta categorização de níveis de detalhe, mas que, segundo a sua norma, dão o nome de **G0** a **G3**.



Fig. 8 Diferentes níveis de detalhe de BIM [14]

2.3. Benefícios vs Dificuldades do BIM

Como verificado anteriormente, a introdução de metodologias BIM na conceção de projeto introduz inúmeras vantagens do ponto de vista da melhoria da eficiência e rapidez de trabalho. Desse conjunto de vantagens, pode-se destacar as seguintes:

1. A possibilidade de visualização a 3D facilita a comunicação entre os diversos intervenientes para uma maior fluidez de trabalho.
2. A modelação paramétrica permite a atualização automática de todo o modelo aquando de introdução de uma alteração nomeadamente atualização de cortes, alçados, plantas e vistas pelo que se reduz as incongruências típicas das várias especialidades.
3. Todo o conjunto de informação armazenada num modelo BIM é de fácil acesso, permanentemente atualizável como já referido permitindo assim uma cooperação interdisciplinar entre os diversos intervenientes e redução de pedidos de informação durante obra.
4. Com esta forma de trabalhar, passa a ser mais fácil e exato executar estimativas orçamentais.
5. É possível executar simulações e testes fiáveis ao longo da fase de projeto reduzindo desta forma a necessidade de, em obra, executar os mesmos. Assim, reduz-se derrapagens e atritos desnecessários.
6. A execução de autos de medição em obra fica também bastante facilitado e com maior exatidão.
7. Todo o conjunto de informações de todo o processo do projeto é automaticamente guardado e, com esta metodologia, é mais fácil executar uma compilação da mesma (o chamado Livro de Obra) e entregar ao Dono de Obra e entregar mesmo um guia de manutenção do edificado.
8. Com toda esta otimização de processos, os impactos ambientais são reduzidos, a produção de RCD é também otimizada e é possível utilizar soluções mais sustentáveis.

Como se percebe, com a metodologia BIM, tem-se uma melhoria considerável de produtividade, eficiência, redução de impactos ambientais e incompatibilidades/atritos entre intervenientes pelo que o Dono de Obra recebe um produto final potencialmente mais barato com maior qualidade. [15] [16]

Ao nível das dificuldades que a metodologia BIM potencia, pode-se destacar a resistência dos recursos humanos a um processo de trabalho bastante diferentes do habitual. Tal como já referido, para a adoção da metodologia BIM, é necessário quebrar com procedimentos que estão bem enraizados na cultura de trabalho das empresas do setor *AEC* pelo que esta nova metodologia de trabalho obriga a um período considerável de adaptação e reorganização visto a abordagem de trabalho ser completamente diferente. Em alguns países europeus foram desenvolvidas normas que apoiam e orientam a adoção do BIM. Para além desta mudança de mentalidades exigente, também existe o aspeto financeiro pois exige recursos tecnológicos de informação (tanto *hardware* como *software*) e mesmo a formação dos recursos humanos. [15] [16]

3

Funcionamento de PME's de Construção em Portugal

3.1 Contextualização das PME's Portuguesas

Com este capítulo, pretende-se caracterizar o setor da Construção em Portugal nomeadamente o caso das *Pequenas e Médias Empresas (PME)*. Para tal, foram estudadas as estruturas empresariais e os impactos que as PME de construção têm na economia nacional através de dados estatísticos e estudos sobre o tema.

De referir que todos os dados estatísticos que serviram de base a este estudo têm fontes nacionais e internacionais nomeadamente:

1. Euroconstruct;
2. Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e à Inovação (IAPMEI);
3. Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas (FEPICOP);
4. Associações Empresariais: Associação Nacional de Empreiteiros de Obras Públicas (ANEOP), Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas e Serviços (AECOPS) e Associação dos Industriais da Construção Civil e Obras Públicas (AICCOPN).
5. Instituto Nacional de Estatística (INE).

O conceito de PME atribuído a determinada empresa segue o definido em Decreto-Lei nº372/2007 de 6 de novembro que, por sua vez, transpõe para o regime jurídico português o que está definido na Recomendação da Comissão Europeia nº2003/361/CE de 6 de maio. Desta forma, o estatuto de PME é atribuído com base no número de efetivos, volume de negócios e balanço total tal como indicado na Tabela 1.

Tabela 1 Critérios de Classificação PME [17]

Tabela 19 - Critérios de Classificação de PME			
	Número de Efectivos	Volume de Negócios	Balanço Total
Micro	Até 10	Até 2 milhões de euros	Até 2 milhões de euros
Pequena	De 11 a 49	Até 10 milhões de euros	Até 10 milhões de euros
Média	De 50 a 250	Até 50 milhões de euros	Até 43 milhões de euros

3.2. Evolução Histórica Atividade PME's Construção

Segundo dados de Relatório das PME de IAPMEI de 2008, chegou-se à conclusão que o setor da construção representava, em 2005, o quarto setor com maior número de empresas (13,9%), o quarto setor responsável pelo emprego nacional (13,6%) e o quarto setor em volume de negócios (10,4%). Ainda neste ano, conclui-se que, 99,8% das empresas no setor da construção, eram PME sendo que essas mesmas PME foram responsáveis por 88,7% dos postos de trabalho criados no setor e cerca de 69,1% do total de faturação do mesmo setor. De referir ainda que as empresas PME registaram uma taxa de crescimento média anual (T.M.C.A) de 13,6% enquanto que as Grandes Empresas registaram apenas uma T.M.C.A. de 3,8%, existiu um incremento de 10,8% na criação de emprego nas PME do setor da construção comparativamente com o 1% de crescimento nas Grandes Empresas. Contrastando com estes números, o volume de negócios nas Grandes Empresas cresceu 7,5% enquanto que o crescimento nas PME foi apenas de 5,8%. [17]

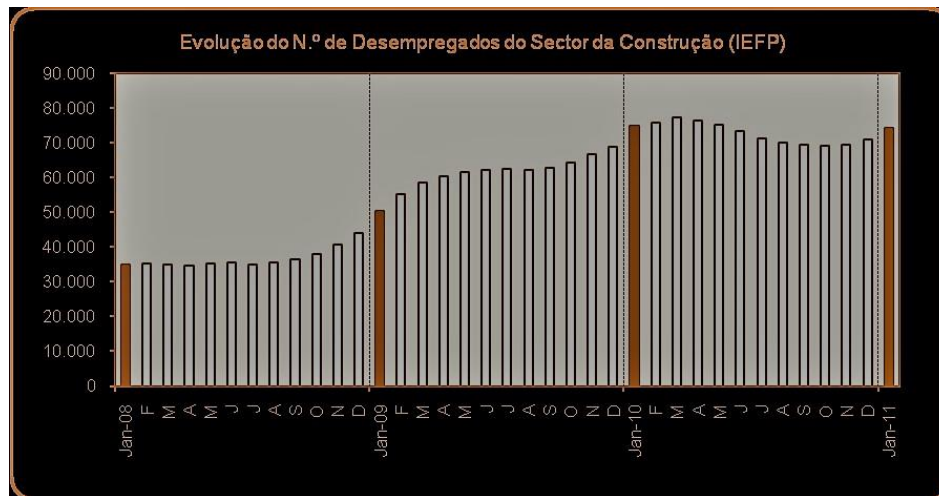
Infelizmente, a partir do ano de 2006, todo este paradigma de crescimento e evolução do setor da Construção deixou de existir. Tendo em conta o relatório apresentado pela *Euroconstruct* na 68ª Conferência Anual, constatou-se que, a partir de 2006, ocorreu um decréscimo acentuado do volume de negócios no setor em estudo. De referir que este mesmo estudo centrava-se em construção nova e renovada no segmento de edifícios residenciais, não-residenciais e engenharia civil. [18]

Toda esta situação prolongou-se ao longo dos anos de forma constante. O relatório apresentado pela *Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas* (FEPICOP) de março de 2011, que contém informações relativas aos anos de 2008 até fevereiro de 2011, confirma isso mesmo. As PME portuguesas da AEC, tendo em conta dados apresentados pelo *Índice Empresa Ativas*, pelo *Indicador de Confiança*, pela *Carteira Encomendas* e pela *Situação Financeira Empresas*, apresentam resultados negativos consecutivamente ao longo destes anos tendo destaque para a queda abrupta, do indicador *Carteira Encomendas* no de 2009, de 13,7% e em 2010 de 21,7%. Pelo que se constata com os dados até aqui apresentados e ilustrados nos gráficos abaixo, todos estes anos de 2006 até 2011 foram anos terríveis para o setor da AEC em que se assistiu a uma queda massiva do número de obras executadas, um número enorme de falências de empresas e à emigração em massa de profissionais da AEC. [19]

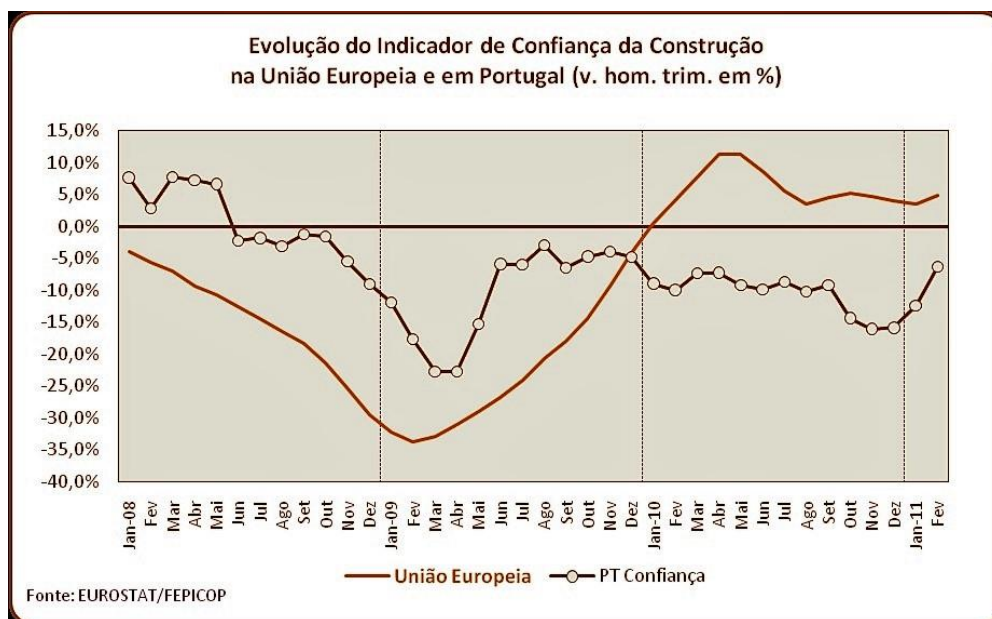
Quadro 1 Evolução Nível Atividade Construção 2008-2011 [19]



Quadro 2 Evolução de Desemprego 2008-2011 [19]



Quadro 3 Evolução Nível Confiança Setor Construção 2008-2011 [19]



Ainda neste fatídico ano de 2011, segundo Relatório feito pela AECOPS, verificou-se que o Nível Médio de Atividade do setor da Construção em Portugal obteve um recuo significativo de 49% ao longo dos primeiros 4 meses do ano, a Situação Financeira das empresas do ramo obteve uma queda de 43%, mesma situação de queda de 83% nas Vendas de Fogos. Contrastando com esta situação, verifica-se que a Capacidade Produtiva das PME portuguesas aumenta 67,3% tal como a Carteira de Encomendas também aumenta em 7,9%. Mesmo assim, o Indicador de Confiança dos empresários do setor da AEC apresenta um valor de -62%! [20]

Avançando no tempo, pelo ano de 2013, as PME's portuguesas do setor da construção ainda passam por uma dolorosa travessia no deserto com o mercado com cada vez menos investimento e as mesmas a recorrerem à internacionalização para tentarem salvar as suas empresas.

Segundo Relatório executado pela AECOPS em julho de 2013, as previsões para esse mesmo ano foram de continuação da espiral recessiva a que se tinha vindo a verificar nos últimos anos nomeadamente [21]:

1. Quebra de produção em 15%;
2. Quebra no mercado de habitação de 18%;
3. Quebra no mercado de Eng. Civil de 14%;
4. Quebra no mercado Não Residencial de 13.8%.

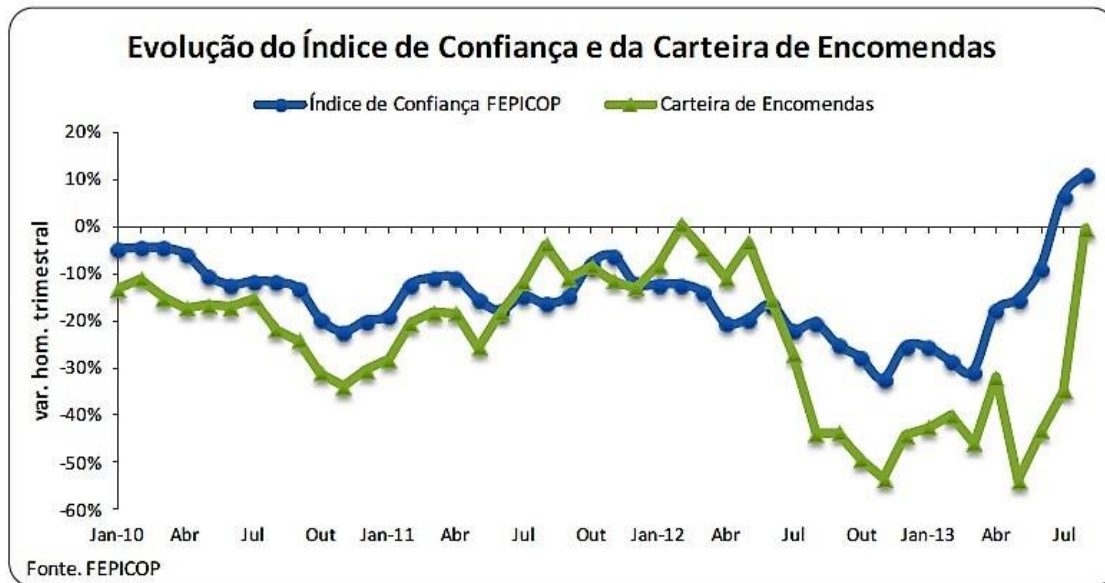
Quadro 4 Previsões Estatísticas 2013 [21]

Valor da Produção da Construção					Em 2013: Produção do Setor cai 15% Construção de habitação cai 18%
Preços Constantes					
	2000(E) (M €)	2012(E) (M €)	2013(P) (M €)	Variação 2013 / 2012	
				(%)	
Edifícios Residenciais	8.971,8	2.474,7	2.029,2	-18,0	
Edifícios Não Residenciais	3.252,3	2.545,1	2.193,1	-13,8	
Engenharia Civil	6.411,9	4.678,1	4.023,1	-14,0	
Total do Setor	18.736,0	9.697,8	8.245,4	-15,0	

Fonte: AECOPS (E) Estimativa (P) Previsão

Analisando desta vez o Relatório da AECOPS de outubro de 2013, é possível constatar que as quebras de Investimento e de Volume de Construção sofrem um recuo significativo. Mais, constatou-se que o Indicador de Confiança na Construção e o Índice de Perspetivas de Emprego, apesar dos seus valores baixos, registaram subidas de 10,9% e 11,9% respetivamente em termos homólogos e mesmo a Carteira de Encomendas de Obras teve quebras menores pelo que se percebe uma tentativa ténue estabilização do mercado da Construção em Portugal. [22]

Quadro 5 Evolução Positiva de Índice de Confiança e Carteira Encomendas [22]



Para esta ligeira melhoria das condições do setor contribuiu a maior abertura ao crédito por parte da banca que obteve um aumento de 27 milhões de euros (+17.1%) que o ano transato.

Da mesma forma evoluiu também a taxa de Desemprego na área da construção pelo que se verificou uma quebra de desempregados oriundos deste setor (-1.3%) mesmo que a taxa de desemprego a nível nacional tenha aumentado nesse mesmo ano. De referir ainda que esta ligeira diminuição pode não ser explicada única e exclusivamente pelo aumento de ofertas de emprego no setor, mas sim também pelas emigrações, aposentações, perda de direito de subsídio de desemprego ou outros fatores mais. [22]

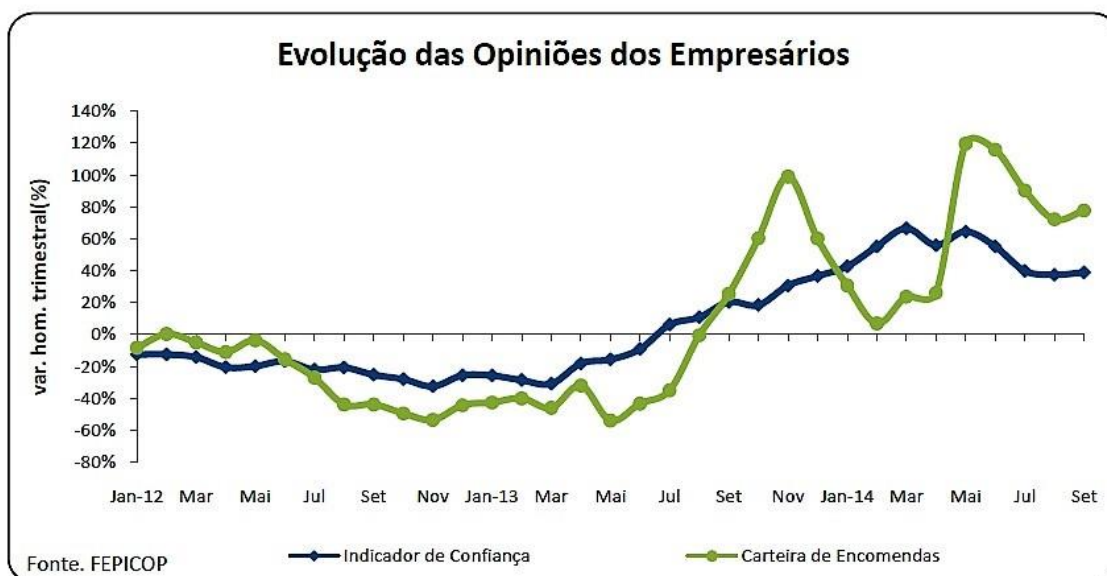
Quadro 6 Evolução do Desemprego Construção [22]



Estes pequenos sinais positivos ténues continuaram no ano seguinte de 2014 em que, segundo dados estatísticos do Relatório da FEPICOP de dezembro de 2014, conseguiu-se constatar que:

- O *Produto Interno Bruto (PIB)* português cresceu, até setembro desse ano, 1,0%;
- O Investimento em Construção reduziu-se 3,0% no terceiro trimestre, em termos homólogos do ano anterior, após uma redução de 5,3% no primeiro trimestre do ano;
- O emprego do setor AEC caiu até junho com a perda de 23.2 mil empregos em termos homólogos de ano anterior, mas com a criação, ao longo do terceiro trimestre, de 18.5 mil empregos novos pelo que se experimenta uma variação líquida considerável de cerca de +50mil empregos!
- O valor de adjudicações de obras aumentou 34%, em termos homólogos, ao longo dos primeiros 9 meses de 2014 em termos de obras públicas não tendo, infelizmente, a construção de edifícios não acompanhou esta evolução positiva.
- Fatores negativos que se verificaram foram o crédito concedido ao setor que tinha vindo a diminuir de forma consecutiva e o crédito malparado não parava de aumentar, sendo responsável por uma grande parte do total de crédito em incumprimento nomeadamente uns impressionantes 34%.
- A Confiança dos Empresários aumentou consideravelmente nos primeiros 9 meses do ano com um crescimento homólogo de cerca de 52%;
- A Carteira de Encomendas também cresceu uns impressionantes 73% nesse mesmo período [23].

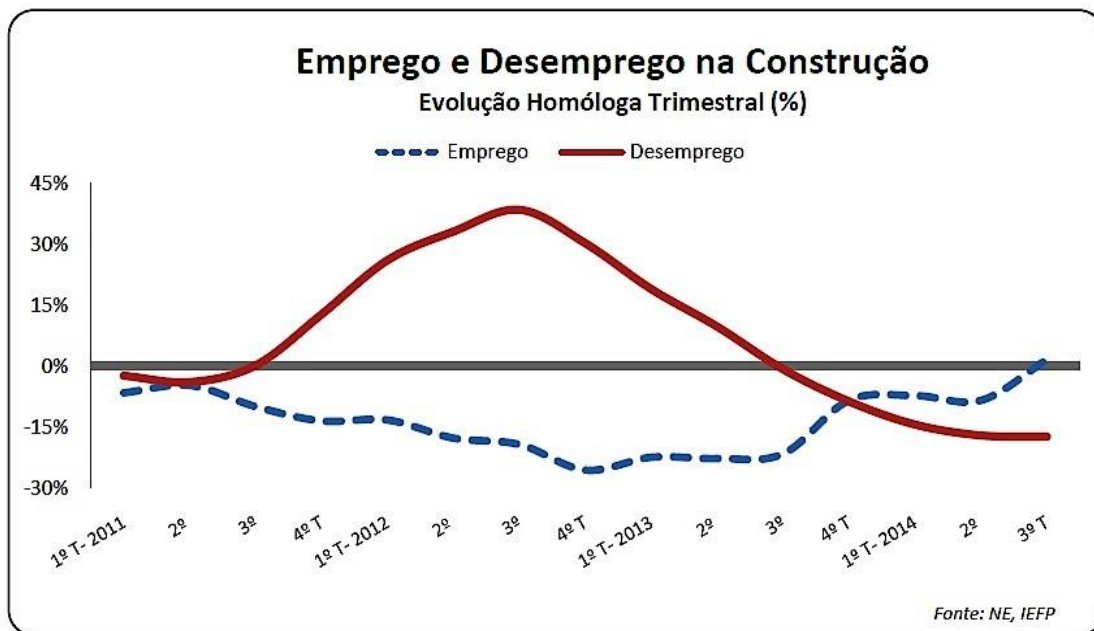
Quadro 7 Evolução Confiança e Carteira Encomendas em 2014 [23]



Ainda na questão do Emprego, segundo dados do INE, no terceiro trimestre de 2014 verificou-se pela primeira vez uma variação homóloga positiva (1.6%) desde 2011 pelo que o número de desempregados do setor da Construção inscritos nos centros de emprego do IEFP diminui cerca de 17.4% em termos homólogos. [23]

O ano de 2015 continuou a ser um ano de crescimento no setor da AEC no qual se verificou mesmo a primeira variação semestral positiva desde o ano de 2007. Esta primeira variação positiva corresponde ao primeiro semestre de 2015 em que se verificou um crescimento no Investimento em Construção de 4,7%. [24]

Quadro 8 Evolução Desemprego 2014 [23]



Em termos globais, o ano de 2015 refletiu um ano de crescimento e inversão de tendência negativa de largos anos.

Verificou-se um crescimento de 3.0% do Valor Bruto de Produção (VBP) do setor da AEC segundo este um resultado da evolução positiva de praticamente todos os segmentos de atividade da Construção. Registrou-se ainda um crescimento de 4.1% no Investimento em Construção, o emprego cresceu 0.6%. [25]

Apenas a registrar de negativo em 2015 foi o setor das Obras Públicas em que o valor total dos contratos celebrados decresceu cerca de 37 % comparativamente com ano anterior. Este desempenho negativo, segundo dados da AECOPS, verificou-se pois “(..) foi consequência direta de uma deficiente gestão dos fundos comunitários, a qual paralisou a capacidade de investimento dos principais donos de obra, no preciso momento em que esse investimento era mais necessário para consolidar a trajetória de crescimento.” [26]

Esta realidade de falta de investimento, inexistência de estratégias ou propostas para dinamização do setor continuou no ano de 2016. O investimento público continuou com valores muito abaixo do desejável e esperado, mesmo apesar do crescimento de 16.4% dos montantes de obras públicas nos primeiros 6 meses de 2016. O Mercado Imobiliário assumiu um papel de relevo e positivo. Todos estes acontecimentos desenrolaram-se devido à dinâmica privada do mercado. De registrar que também para tudo isto contribuiu um crescimento de 54% no montante das novas operações de crédito concedido para aquisição de habitação. [27]

Em relação à situação do último trimestre de 2016, o setor da AEC revelou um comportamento positivo com um crescimento homólogo de 1.7% no investimento do VAB. Mesmo assim, em termos anuais, os resultados foram negativos com um recuo de 2.2% em Investimento em Construção e 1.8% em VAB. Em questões de emprego, segundo dados dos INE, constatou-se um aumento significativo de trabalhadores no setor (6.7% no último trimestre do ano e 4.5% anual em termos homólogos). Com todo este cenário, tem-se boas perspectivas para este corrente ano de 2017 para o setor da AEC. [28].

3.3. Estrutura e Dificuldades de Funcionamento PME's

O setor da construção em Portugal caracteriza-se por ser um setor muito peculiar e com relevante peso na economia do país como já demonstrado anteriormente. A peculiaridade deste setor tem origem em diversos fatos, já estudados em diversos estudos académicos, nomeadamente [29]:

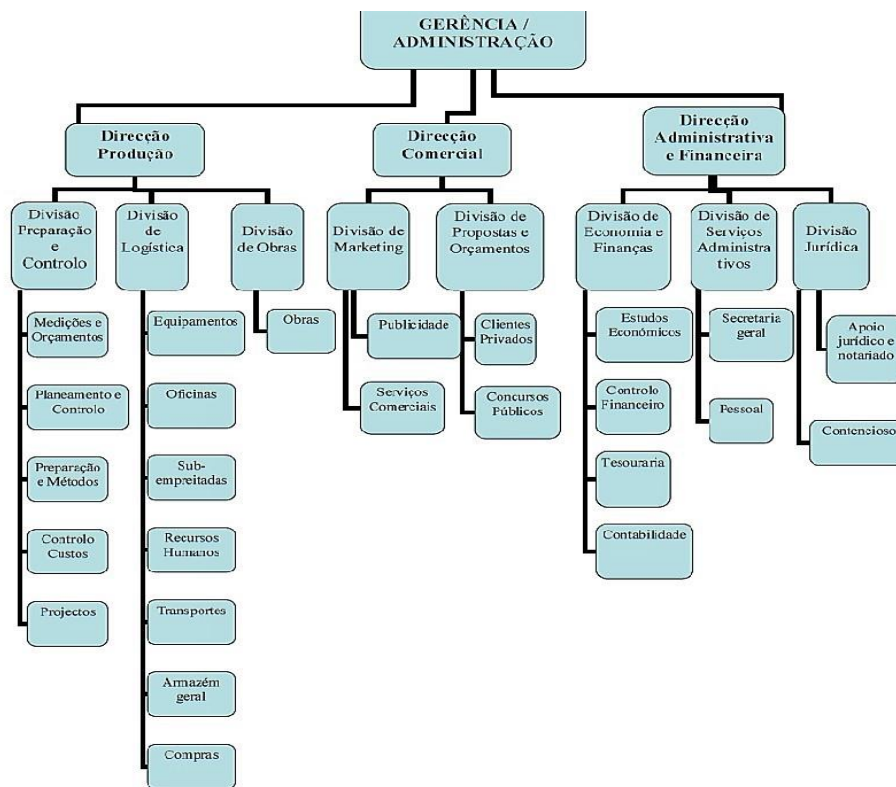
1. Existe uma produção única;
2. Grande inércia em termos de inovações e suas aceitações;
3. É uma indústria itinerante, com uma enorme diversidade de materiais e processos construtivos;
4. Existe ainda um baixo nível de industrialização;
5. A produtividade é, por isso, baixa em termos comparativos industriais;
6. Os ciclos de produção são longos;
7. Mão-de-obra pouco qualificada;
8. É um setor muito fragmentado;
9. Multiplicidade de tipos de produtos de construção;
10. Disfuncionalidades entre projeto e execução;
11. Avaliação subjetiva da qualidade de edificado;
12. Trabalho intercooperativo entre diversos intervenientes;
13. Elevada setorização dos trabalhos;
14. Responsabilidade pouco definidas;
15. Espaços geográficos de atuação sempre aleatórios;

Após esta reflexão mais geral acerca do setor em estudo, importa focar no nicho que é alvo de estudo mais pormenorizado que são as PME's. A um primeiro nível, pode-se dizer que as grandes diferenças entre a gestão de PME's ou Grandes Empresas residem na estrutura organizacional e a gestão dos processos de controlo e decisão. Por definição, é possível referir que existem 3 principais categorias de dimensões nomeadamente Micro, Pequenas e Médias Empresas. [30]

Desta forma, entende-se que as PME de menor dimensão (Micro) possuem estruturas mais pequenas e centralizadas num líder que, muitas vezes, é mesmo o proprietário e que ele mesmo orienta o trabalho dos colaboradores com a ajuda de um ou dois engenheiros ou gestores técnicos. À medida que o número de colaboradores aumenta, passa a intitular-se de Pequena Empresa na qual existem níveis de estrutura de comando onde, cada um, toma a responsabilidade de uma área funcional. Se o ritmo de crescimento de colaboradores se mantiver, passa a intitular-se de Média Empresa em que há a necessidade de criação de uma estrutura para resolver problemas de comunicação e coordenação da empresa. [30]

Em termos de coordenação, numa Microempresa a mesma é executada pelo proprietário ou patrão pelo que não existe necessidade de processos formais de planeamento, controlo ou decisão. Esta característica é encarada por muitos como uma das vantagens das PME visto que evita padronizar e criar equipas/departamentos que, por sua vez, torna a empresa mais ágil em termos de efetivos e torna a empresa mais flexível, com mais eficaz capacidade de resposta e baixos custos. Em termos organizacionais, as PME (à exceção das Microempresas) seguem o mesmo exemplo, de qualquer empresa de maior dimensão, seguindo uma cadeia de comando de autoridade hierarquizada que permite aos gestores coordenar as atividades dos subordinados. Essa mesma linha de comando segue o *princípio da escalabilidade* em que qualquer colaborador *depende de e reporta a outro* e ainda o *princípio da unidade de comando* no qual o colaborador *só depende de e reporta a só superior*. As PME's apenas diferem no menor número de níveis de hierarquia quando comparadas com as empresas grandes. [30]

Quadro 9 Organograma Típico PME's- Dimensão Média



Um aspeto que se torna crítico nas PME consiste na delegação de autoridade no qual a mesma não é dada com mesma facilidade como acontece em empresas de maior dimensão. Isto acontece devido a diversos fatores tais como:

1. Capacidade para tomar decisões requer formação, consome tempo e custa dinheiro;
2. Delegação de autoridade requer sistemas de controlo e de informação adequados que permite o acompanhamento dos responsáveis hierárquicos superiores;
3. Oposição dos superiores hierárquicos com receio de perda de controlo de acontecimentos ou dificuldade em delegar.

Todos estes fatores levam a que as decisões sejam tomadas por uma única pessoa pelo que se verifica o elevado grau de centralização nas decisões nas PME's mais pequenas. Assiste-se genericamente à centralização das decisões estratégicas nos gestores de topo, descentralização nas decisões operacionais nos gestores de primeira linha e decisões táticas para níveis intermédios no seio das PME's de dimensão já minimamente considerável. [30]

O sucesso das PME's do setor da AEC reside essencialmente nos seguintes pilares: competitividade, produtividade e qualidade. A qualidade do serviço prestado pelas empresas tem impacto relevante no mercado global afetando diretamente os clientes (Dono de Obra) pois estes analisam criteriosamente a capacidade das mesmas em satisfazer as exigências e necessidades. Mercado esse que tem dado demasiada importância ao fator *preço* que puxa o mercado para a competitividade do "*preço mais baixo*" sendo esta estratégia é nefasta pois provoca inúmeras bem conhecidas situações de concorrência desleal e mesmo uma espécie de *dumping* de certas empresas nas ofertas.

No que toca ao uso das novas tecnologias, as PME's não têm grandes dificuldades em usar as mesmas que ajudam a incrementar a produtividade. Para a melhoria da competitividade neste setor, as PME's têm que enfrentar as seguintes problemáticas:

- Promoção de cultura de melhoria contínua;
- Criar maior flexibilidade;
- Inovação;
- Conquista de Mercados;
- Redução de custos;
- Gestão de informação;
- Crescimento.

Todas estas problemáticas são uma realidade para as PME's portuguesas do setor AEC que lutam, cada uma com as suas armas, para conseguir o melhor desempenho possível. No entanto, ainda é bastante perceptível atualmente bastante preconceito acerca da criação e/ou utilização de produtos/serviços, apresentado os riscos em demasia a que não se querem expor as empresas e referindo ainda que esse risco não apresenta um proveito que viabilize as inovações. Tudo isto acontece pela falta de visão dos gestores, pela falta de mão-de-obra qualificada a usar os mesmos serviços/produtos e mesmo pela dinheiro e tempo necessário para implementação para uso destas inovações. [30]

4

TRIMBLE: Ferramentas para o Mundo da Construção

4.1 Introdução à Trimble

A história desta grande companhia norte-americana remonta à década de 70. De seguida serão apresentados todos os fatos importantes e marcantes da sua história.

4.1.1 Nascimento: 1978

Este ano marca o início do hoje enorme conglomerado de empresas mundial designado por Trimble. Os seus fundadores, Charlie Trimble e outros dois sócios pertencentes à empresa *Hewlett-Packard*, estavam longe de imaginar que estavam a criar uma empresa que iria dominar inteiramente um mercado global e mudar drasticamente diversos mercados com seus produtos/serviços. A empresa foi fundada em 1978, sito em Los Santos em Silicon Valley. Desde o começo, a Trimble posicionou-se no mercado das inovações de instrumentos de localização e produtos de navegação tendo sido pioneira nestas áreas. No seu início, esta empresa baseou os seus produtos na tecnologia *LORAN*, sistemas de navegação, localização e controlo temporal terrestre usados na costa americana e focou os seus produtos para o mercado a navegação marítima ao mesmo tempo que se desenvolvia a tecnologia *GPS (Global Positioning System)*, por parte dos EUA. De registar que, no mesmo ano de nascimento da *Trimble*, o primeiro satélite GPS (NavStar) foi lançado. [31]

O fundador desta empresa tinha um especial gosto pela área de estudo dos sistemas de localização geoespaciais e tinha noção do potencial que este novo sistema da altura tinha. Como tal, a partir do momento em que os 24 satélites necessários para o correto funcionamento do sistema GPS a nível mundial estavam em órbita, Charlie Trimble e seus dois sócios focaram-se no desenvolvimento a fundo desta tecnologia GPS, que tinham adquirido à empresa *Hewlett-Packard*, criando produtos inovadores e revolucionários nas áreas de vigilância e navegação, bem como as iniciais aplicações militares. [31]

4.1.2 Década de 80

Por volta do ano de 1982, Trimble já tinha começado a criação de produtos que usufruíram do lançamento de rede de satélites que o governo norte-americano tinha lançado. Estes primeiros produtos da empresa, que necessitavam de processos de medição precisos quer em terra quer em mar, foram pioneiros na localização e deteção geoespacial de áreas potenciais de perfuração nas plataformas petrolíferas. Os navios também aderiram rapidamente à tecnologia GPS que lhes permitia saber informação precisa sobre rotas a tomar e tempos de viagem. Entre 1984 a 1988, a Trimble aumentou exponencialmente os seus produtos para as áreas científicas, pesquisa e militar. Torna-se mais perceptível

este crescimento extraordinário de produtos novos com este simples fato: foram iniciados os cerca de 1000 processos de novas patentes de produtos que a Trimble conseguiu, tornando a tecnologia GPS essencial para os mercados comerciais e aplicações científicas. Começa também neste período a aquisição, por parte da Trimble, de inúmeras empresas que operavam noutros mercados e que lhes permitiu entrar nesses novos mercados. Uma das mais importantes foi a aquisição, em 1989, da empresa *Navigation Systems Division* da corporação *TAU Corporation* tendo começado a desenvolver uma evolução sistema inicial GPS designado de *DGPS (Differential Global Positioning System)* na qual conseguiu-se evoluir de uma precisão de 15m dada pelo sistema GPS para uma incrível precisão de 10cm. Esta nova tecnologia foi de extrema utilidade para os navios mercantes, transportes aéreos e terrestres. Outro acontecimento que permitiu à Trimble entrar em novos mercados foi a aquisição, em 1991, de uma empresa neozelandesa chamada *Datacom Software Research Ltd* que permitiu à Trimble oferecer um leque mais abrangente de produtos de software de localização e mapas.

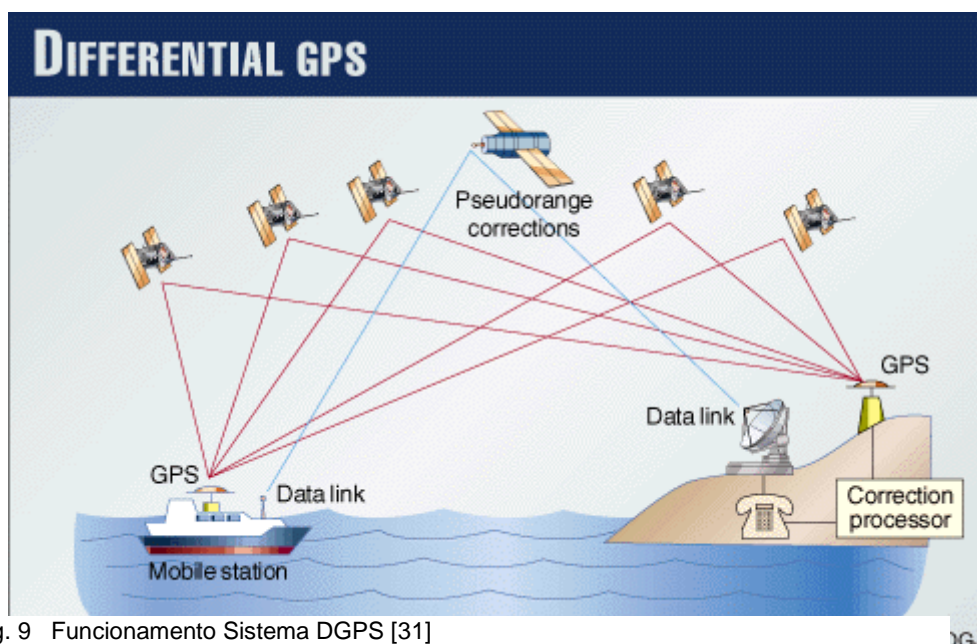


Fig. 9 Funcionamento Sistema DGPS [31]

4.1.3 Década de 90

Nesta década, a empresa Trimble continuou de forma efusiva o processo de crescimento sendo que em 1990 a empresa foi a primeira na área da tecnologia GPS a ser cotada em bolsa norte-americana. Esse ano marcou ainda a aposta da empresa em segmentar todos os seus produtos apenas na área do GPS. Outro dos fatos que revela a aposta na inovação na tecnologia do GPS foi a Trimble ter sido das primeiras a conseguir a integrar a tecnologia GPS com tecnologia de comunicação, permitindo aos utilizadores não só localizar precisamente qualquer coisa/pessoa em qualquer parte da Terra bem como partilhar informação e mensagens ao mesmo tempo. Tudo isto foi conseguido com o sistema chamado de *Inmarsat-C GPS* que permite aos camiões de carga de longas distâncias e navios mercantes estarem constantemente em contato com a base de operações, compartilhando informações sobre horas de chegada a destino permitindo a coordenação precisa das viagens. [31]

Em 1992, Trimble apresenta uma nova tecnologia revolucionadora designada de “*Kinematic real-time (RTK)*” que fornece atualizações GPS sobre objetos em movimento. Esta nova tecnologia teve um grande impacto na indústria topográfica dado que permitiu-lhes executar mapeamento topográfico,

vigilância, aquisição de dados do sistema de informação geográfica (*SIG*) e pesquisa dos edificados tudo em tempo real.

Em 1994, a empresa conseguiu desenvolver o primeiro recetor GPS pequeno o suficiente para ser integrado no cartão para uso no PC. Um ano após, apresentou o primeiro sensor GPS “*plug-and-play*” para portáteis e PDAs. Com todos estes avanços, a tecnologia estava a chegar onde a Trimble sempre quis: ser uma necessidade primária, uma ferramenta indispensável.

No ano de 1998, a Trimble continuou o seu caminho pioneiro ao conseguir colocar GPS nas comunicações via telemóvel. No ano seguinte, em colaboração com a *Epson*, foi apresentado o primeiro instrumento que combinava PDA, telemóvel, navegador pessoal e câmara digital designado de “*Seiko Epson Locatio*”. [31]



Fig. 10 Seiko Epson Locatio [31]

4.1.4 Novo Milénio: 2000

No começo deste novo milénio, a Trimble mantinha a sua rota de crescimento e inovação mais vivas que nunca. Nesse preciso ano de 2000, a empresa consegue a compra de uma outra empresa chamada *Spectra Precision Group* que era líder em soluções de localização espacial para a construção, topografia e mercados agrícolas. Com esta compra, a empresa ganha bastantes recursos na tecnologia de posicionamento que complementam a já sua tecnologia GPS tais como tecnologia laser e outros dispositivos óticos. Logo de seguida, Trimble consegue também comprar a *Tripod Data Systems (TDS)*, uma empresa que era líder no desenvolvimento de recolha de informação de *software e hardware* para trabalhos topográficos, construção e mercado de *GIS*. [31]

Com estas compras estratégicas, a empresa tornara evidente a sua estratégia de ser líder/pioneira na área de informação de posicionamento.

Após estas duas importantes compras, a empresa estabeleceu que a Divisão de Soluções Móveis iria criar um serviço de oferta de serviços de Internet com base móveis para locais de trabalho incertos em abril de 2001. Este fato deu uma vantagem competitiva de mercado enorme pois conseguia fornecer a possibilidade de trabalho em qualquer zona em quaisquer condições com possibilidade de montar estações de trabalho autónomas.

Passados exatamente um ano, a Trimble e *Caterpillar* iniciaram uma parceria designada de *Caterpillar Trimble Controls Technologies LLC* na qual desenvolveram produtos pioneiros eletrónicos especializados na navegação eletrónica e maquinaria de movimentação de terras para a construção, minas e indústrias do lixo. Esta parceria conseguiu desenvolver dispositivos de controlo de máquinas

que usam informação da configuração do terreno de obra em conjunto com tecnologia de posicionamento precisa que permitem à maquinaria pesada de movimentação de terras operar automaticamente. Esta tecnologia autômata revolucionou o mercado e ganhou, mais uma vez, a aceitação do mercado. De referir que quer a *Trimble* quer a *Caterpillar* ganham imenso com esta parceria sendo que vendem os serviços/produtos cada um pelos seus canais independentes. A *Caterpillar* decidiu posicionar-se mais na venda de produtos de instalação industrial para produção industrial enquanto que a *Trimble* decidiu posicionar-se na venda de produtos/serviços para movimentação de terras de marcas como a própria *Caterpillar* e outras marcas. [31]

Outra parceria de sucesso foi feita pela *Trimble* em 2003 com a empresa japonesa *Nikon Corporation*, a chamada *Nikon-Trimble Co. Ltd*, para responder às necessidades do mercado nas áreas de instrumentos de levantamento topográfico nomeadamente estações de trabalho topográfico mecânicas e produtos relacionados. Ainda nesta parceria, a *Trimble* distribui os produtos topográficos da *Nikon* bem como os seus próprios produtos topográficos que incluíam tecnologia GPS e estações robotizadas autômatas e, fora do Japão, a *Trimble* torna-se o representante exclusivo da *Nikon* nos produtos topográficos e de construção. Desta forma, a *Trimble* consegue penetrar em mercados externos e reforçar estatuto internacional nomeadamente Rússia, Europa de Leste, Índia e China. [31]

Em junho de 2003, a *Trimble* conseguiu adquirir a *Applanix Corporation of Ontario* que era uma empresa líder no desenvolvimento de sistemas que integravam o *Inertial Navigation System (INS)* e tecnologia GPS. Com esta aquisição, *Trimble* reforça ainda mais a posição de líder no mercado. Em dezembro desse mesmo ano, adquire a empresa francesa *Mensi Sa* que tinha grandes desenvolvimentos na tecnologia de rastreamento 3D terrestre sendo que este acréscimo qualitativo acelerou o desenvolvimento de novos produtos nas áreas de rastreamento topográfico, engenharia e construção com maior produtividade e precisão. Outra aquisição da *TracerNet Corporation of Chantilly* permitiu à *Trimble* passar a usar aplicações sem fios de gestão de frotas, tecnologia com o nome de *Mobile Resource Management (MRM)*. [31]

Após a entrada na Europa na França, em 2004, a *Trimble* apontou para o mercado germânico com a aquisição da *GeoNav GmbH of Wunstorf* que produzia soluções de coletâneas de dados padronizados de campo para mercados de levantamentos topográficos na Europa pelo que, desta forma, a *Trimble* conseguiu entrar nesse mercado em toda a Europa e alargar mais ainda a sua área de influência. De forma a expandir ainda mais a sua área de interesse nas capacidades de comunicações wireless, a *Trimble* lançou-se para a aquisição da *Pacific Crest Corporation os Santa Clara* na Califórnia em 2005. Esta empresa era líder na produção de sistemas de comunicação de dados wireless para posicionamento e aplicações de monitorização ambiental. Com a qualidade dos modems rádio associada à tecnologia GPS, a *Trimble* conseguiu aumentar muito a eficácia dos seus sistemas. Em abril de 2005, surge a aquisição da *Apache Technologies, Inc. of Dayton* sendo que esta empresa projetava, produzia e distribuía produtos de laser profissionais de alinhamento e nivelamento para a construção. Em outubro desse mesmo ano, é feita a aquisição da *MobileTech Solutions, Inc. (MTS)* de Dallas que era produtora de soluções de automação de trabalhos de força de campo e que era líder no mercado de *Direct Store Delivery (DSD)*. Para ser perceptível a noção do impacto desta aquisição, cerca de 200000 veículos hoje em dia usam este sistema e mesmo as soluções da *MTS* vendem e entregam automaticamente um enorme volume de produtos do dia-a-dia nos grandes retalhistas. Em janeiro de 2006, a *Trimble* consegue a aquisição da *Advanced Public Safety, Inc. (APS)* da Florida em que esta empresa era líder no desenvolvimento de *software* para sistemas móveis e mãos-livres de veículos usados pelas forças policiais norte-americanas, bombeiros e outros agentes públicos, *softwares* de compilação de registos criminais. Nesse mesmo ano, adquire ainda as propriedades intelectuais de *The XYZs of GPS, Inc.* em que este produto consegue desenvolver estações de referência de *Global Navigation Satellite System*

(GNSS), *software* de monitorização e posicionamento dinâmico em unidades de metro, decímetros e centímetros. Assim, Trimble assume posição de força nas soluções de infraestruturas com *software* que usa sistemas corretores GNSS usados na navegação marítima, rastreamento, engenharia civil, hidrografia, mapeamento e GIS. [31]

Em abril de 2006, a Trimble consegue adquirir a *Quantm International Inc.* e a sua subsidiária *Quantm Ltd.* da Austrália. Esta empresa era líder em *softwares* de otimização de rotas de transportes usados no planeamento de vias de comunicação, oleodutos e canais. Com esta tecnologia inovadora, foi possível aos projetistas de infraestruturas examinar e selecionar rotas mais rentáveis a todos os níveis evitando problemas legais e/ou ambientais. Com esta tecnologia ainda, a Trimble conseguiu juntar mais uma aplicação fundamental para a sua estratégica aplicação *Trimble's Connected Construction Site* com a qual se pode gerir integralmente toda a informação desde o início de projeto até final de obra. Em maio desse mesmo ano, foi executada a compra da *BitWyse Solutions, Inc.* de Massachusetts que era líder na gestão de dados especializados de 2D e 3D que operavam em *softwares* de engenharia e construção de projetos. Com esta tecnologia, a Trimble conseguiu evoluir e chegar a metodologia BIM de trabalho que é hoje correntemente utilizada. Em outubro de 2006, foi feita a aquisição da *Visual Statement Inc.* do Canada na qual se produzem os melhores *softwares* de reconstituição de crimes ou acidentes de colisão e ainda uma grande variedade de soluções para análise de uso de instalações públicas. Em outubro surge a aquisição da *XYZ Solutions Inc.* na qual se produzia *software* de interação 3D para gestão de aspetos dimensionais de projetos de construção. Este *software* consegue transformar informação de várias fontes dispersa para informação concisa precisa útil para tomada de decisões no processo de projeto e construção, evitando desta forma erros/omissões ou trabalho a mais melhorando a produtividade dos processos de construção. Com o *software* XYZ Solutions é possível visualizar, em formatos 3D límpidos, toda a obra a executar, usando metodologia BIM, todo o estaleiro e espaço de obra a partir de qualquer ponto na Terra com ligação Internet. Desta forma, projetista e construtores podem, antecipadamente, visualizar e equacionar cenários construtivos. Este *software* foi integrado no *Connected Construction Site* da Trimble. Ainda neste ano de 2006, a Trimble consegue adquirir a *Meridian Systems, Inc* e a *Spacient Technologies, Inc*, ambas empresas norte-americanas ligadas, respetivamente, às áreas de gestão de projetos do setor AEC com *softwares* de gestão do ciclo vida das obras e soluções de gestão de serviços de terreno e mapeamento móvel para autarquias e outros serviços utilitários. [31]

O ano de 2007 para a Trimble começa com a aquisição da *@Road, Inc* da California com objetivo de expansão do investimento na tecnologia TMS e tornando a Trimble como líder no mercado de soluções *Mobile Resource Management (MRM)*. Esta empresa adquirida tinha excelentes conhecimentos no domínio na área anteriormente referida pelo que reforçou a capacidade da empresa nas áreas de serviços da construção, entregas diretas em retalho, segurança pública e utilidades de indústria. Em fevereiro, Trimble consegue a compra da *INPHO GmbH of Stuttgart*, empresa alemã líder em fotogrametria e modelação digital de superfícies para rastreamento aéreo, mapeamento e aplicações de levantamento topográfico. Em setembro, Trimble consegue comprar outra empresa alemã, *Ingenieurburo Breining GmbH*, que operava no setor de recolha de dados de terreno padronizados e *softwares* de rastreamento/levantamentos topográficos alemães. Consegue ainda a compra da *UtilityCenter* que fornecia soluções de gestão automatizada de operações diárias de um negócio tais como gestão de trabalhos correntes, inventários ou atualizações de mapas aquando de trabalho em campo.

No ano de 2008 a estratégia de aquisições estratégicas com vista a reforçar posições em diversos mercados por parte da Trimble continua. Em janeiro consegue a aquisição de *Crain Enterprises, Inc* que liderava a produção de acessórios para trabalhos topográficos e geográficos, mapeamento e indústrias de construção sendo que a oferta ia desde os elementos de suporte de equipamento topográfico a

mochilas ou embalagens de transporte de instrumentos da mesma área. Consegue ainda comprar a empresa canadiana *Géo-3D Inc* que era líder em soluções de gestão de inventário de infraestruturas laterais de vias de comunicação (sinais, guardas laterais, postes iluminação, entre outros). Em julho, a Trimble consegue comprar a sua segunda empresa de produção de acessórios de engenharia e construção, a *SECO Manufacturing Company*, que veio complementar a compra da *Crain* visto que a *SECO* era mais especializada em produção de acessórios metálicos. Em outubro, adquire a alemã *RolleiMetric* que produzia sistemas de câmaras métricas para imagens aéreas e terrestres para fotogrametria de grande precisão. Ainda em outubro, surge a segunda parceria entre a Trimble e a *Caterpillar* com a criação da empresa *VirtualSite Solutions* que integra o conhecimento profundo de ambas as empresas nas áreas de design de produto e *software* de gestão de ciclo de vida das obras, criando desta forma uma compilação de informação bem estruturada que permite uma gestão mais eficiente e proveitosa da frota de equipamentos em obra, reduzindo custos operacionais e melhorando produtividade em consumo de combustível, manutenção geral, logística e produtividade dos trabalhos a executar. Além disso, foi criado, com esta nova empresa, um novo canal de distribuição destas novas tecnologias não só aos clientes que já existiam bem como a toda a comunidade AEC. Esta nova linha de distribuição designou-se de *SITECH* e fica responsável pelo comércio dos produtos/serviços referidos. De referir que a Trimble ficou responsável pela gestão direta de todos os locais de venda *SITECH*. [31]



Fig. 11 Parceria de Trimble com Caterpillar leva a criação de SITECH [31]

Ainda no ano de 2008, Trimble consegue comprar a alemã *TopoSys GmbH* que operava em sistemas de informação de levantamento aéreo com sistema LiDAR e câmaras métricas, consegue comprar em dezembro a *Rawson Control Systems* que operava na produção de controlos hidráulicos e eletrónicos para equipamentos industrial na área da agricultura e conseguiu ainda comprar os *softwares FastMap e GeoSite* à *KOREC* que operam nas áreas de mapeamento e soluções GIS. [31]

No ano de 2009, continuou o crescimento da empresa com sucessivas aquisições de outras empresas em diversos ramos. Começou em Janeiro pela aquisição da alemã *Callidus Precision Systems* que se dedicava à produção de soluções de rastreamento laser 3D para indústria, em março compra a inglesa *QuickPen International* que produzia *software* muito detalhados de metodologia *BIM* para projetos na área do Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC), em maio a Trimble consegue uma parceria a meias no mercado chinês com a *China Aerospace Science & Industry Academy of Information Technology (CASIC-IT)* na qual desenvolvem, produzem e distribuem sistemas e recetores do *China Global Navigation Satellite Systems (GNSS)*, com base nos sistema de satélites chineses para aplicações

civis em posicionamento comercial, navegação e diversas outras aplicações. Em junho desse mesmo ano, consegue a aquisição da americana *NTech Industries* que era líder na produção de tecnologia de sensores de colheita, usados na agricultura, permitindo aos empresários desse setor reduzir custos e impactos ambientais controlando os herbicidas utilizados. Nesse mesmo mês, a Trimble consegue comprar ainda a inglesa *Accutest Engineering Solutios Ltd* que se dedicava à produção de tecnologia de diagnósticos de automóveis e telemetria para indústria automóvel, em julho consegue adquirir a americana *CTN Data Service LLC* que criou um *software* chamado *Farm Works* que permitia uma gestão integrada e mais eficaz de produções agrícolas. No mês de novembro, a Trimble consegue mais uma parceria no mercado chinês com a *China Railway Eryuan Engineering Group Co, Ltd* com objetivo de desenvolver e produzir soluções digitais de caminhos de ferro para projeto, construção e manutenção da rede de caminhos de ferro chinesa. [31]

4.1.5 2010-2016

Em janeiro deste 2010, a Trimble consegue a aquisição da americana *Pondera Enginners LLC* que era uma empresa de engenharia que desenvolvia serviços e *softwares* para projetar, otimizar, construir e manter linhas de distribuição elétricas de alta tensão, em março consegue adquirir a irlandesa *LET Systems* que era internacionalmente reconhecida em sistemas de manutenção de acidentes e situações de emergência de instalações de gás, elétricas ou águas. Em junho deste ano, a Trimble consegue a primeira parceria na Rússia com *Russian Space Systems* criando a empresa *Rusnavgeoset* que fica encarregue de comercializar em mercado russo a tecnologia *Global Navigation Systems (GNSS)*. No mesmo mês, consegue ainda comprar a *Definiens's Earth Sciences* que detinha o *software eCognition* que se caracterizava por ser capaz de analisar minuciosamente imagens tiradas em ambiente espacial. Este *software* estava extremamente bem cotado no mercado dado que quem o patenteou, Prof. Gerd Binnig, recebeu um Nobel em 1986 pelo que esta compra pela Trimble conseguiu assumir ainda maior protagonismo nesta área de mercado. Em agosto de 2010, é feita a aquisição da canadiana *Accubid Systems* que era líder na produção de *softwares* de orçamentação, gestão de projeto e manutenção, orientados segundo a metodologia BIM, de empresários do ramo elétrico e mecânico. Em setembro, a Trimble avança para a compra da inglesa *Cengea Solutions Inc*, que era líder na produção de *softwares* de gestão de operações e *stocks* para as áreas da agricultura e recursos naturais. Em setembro, a Trimble conseguiu mais uma grande parceria, desta vez com *Hilti Group*, resultando na criação da *Intelligent Construction Tools, LLC*. O objetivo desta parceria seria o de elevar o desempenho de ambas as empresas nas tecnologias de soluções de medição para a área da AEC. De referir que também nesta parceria, cada um dos envolvidos iria encarregar-se de toda a linha desde a produção até à distribuição dos produtos. Em outubro, é feita a aquisição da inglesa *ThingMagic, Inc.* a qual era líder no desenvolvimento da tecnologia de identificação por frequência rádio (RFID). Em dezembro, é feita ainda a primeira aquisição indiana *Tata AutoComp Mobility Telematics Limited (TMT)* sendo esta uma empresa que era líder na produção de soluções telemétricas e tecnologia *MRM* permitindo, desta forma, à Trimble penetrar no gigantesco mercado indiano.

No ano de 2011, a Trimble começou por atacar o mercado nórdico europeu com a compra da *Mesta Enteprenor AS* que era uma das maiores empresas a produzir *software* de apoio à gestão de execução contratos de empreitadas e manutenção de vias de comunicação no Norte da Europa. No mês de março, é feita a aquisição do sistema *OmniSTAR Global Navigation Satellite System (GNSS)* da empresa *Furgo N.V.*, em abril é feita a aquisição da francesa *Ashtech S.A.S.* que operava na produção de sistemas de rastreamento, em maio é feita aquisição da inglesa *Dynamic Survey Solutions, Inc* sendo que esta era responsável pelo *software GPSeismic* que conseguia fazer uma vigilância da atividade sísmica para conseguir perceber locais de possível instabilidade para execução de construção. Ainda no mês de maio,

Trimble consegue adquirir a empresa *MyTopo* que era líder na produção de impressões de mapas e mapas digitais. No mês de junho, consegue comprar a chinesa *Yamei Electronics Technology, Co Ltd* que produzia elementos eletrônicos para área automível de sistema anti-roubo por controlo *GPS*. No mês de julho de 2011, a Trimble consegue uma compra de elevada importância ao adquirir a finlandesa *Tekla Corporation* que era líder na produção de *softwares* de metodologia *BIM* com cerca de 5000 clientes da área AEC espalhados por todo o globo, tinha cerca de 500 funcionários e mercado em cerca de 15 países. Percebe-se que a compra desta empresa por parte da Trimble a coloca na rota da liderança também na área da tecnologia de vanguarda de execução de projeto e gestão de obra, ganhando mercado por todo o globo nesta área. No mês de agosto, a Trimble reforça também posição no mercado de Logística e Transportes ao comprar a americana *PeopleNet* que se dedicava sistemas de computação integrada abordo em viaturas e sistemas de comunicação móveis para gestão de frotas. [31]

No ano de 2012, de forma a expandir o mercado de soluções de gestão e projeto de construção, a Trimble adquire em janeiro a *StruCad e StruEngineer* da empresa *AceCad Software* que, compilaram toda sua tecnologia à já adquirida *Tekla*, nas áreas do *BIM* para construção metálica. Ainda em janeiro consegue também a aquisição da suíça *Plancal of Horgen* na qual se produzia *software* de ponta de 3D, CAD/CAE e ERP para indústrias do AVAC, mecânica e elétrica. Em abril, a Trimble avança para a compra da belga *Gatewing* que produzia veículos aéreos de baixo peso para fotogrametria e mapeamento de terreno com os quais a Trimble consegue criar modelos digitais de superfície terrestre. Em junho, surge outro acontecimento muito importante para a Trimble com a compra do *software SketchUp* da gigante *Google*. Este *software* é dos mais importantes e conhecidos do mercado de modelação 3D, usado por milhões de utilizadores do setor AEC. Além disto, a Trimble assumiu um compromisso com a *Google* para criar um repositório online de modelos 3D chamado de *SketchUp's 3D Warehouse*. Com esta compra, a Trimble assume-se como líder neste nicho de mercado a nível mundial. Em junho, executou a aquisição da *GEOTrac Systems* que era líder de soluções de gestão de frotas *wireless* e sistemas de segurança de trabalho para indústria de petróleo e gás. Em agosto deste ano, Trimble vira-se para o *WinEstimator* que produzia *software* de modelação de custos e estimativa de custos para a indústria AEC. Em setembro comprou a *Logicway* da Holanda que produzia *software* de pagamento automáticos da indústria dos Transportes e Logística, em outubro adquiriu a *TMW Systems, Inc* que era líder em *software* de gestão também da indústria dos Transportes e Logística e adquiriu ainda a *Refraction Technology, Inc* que era líder na produção sensores sísmicos e sistemas de informação de alta frequência. Para finalizar este ano, a Trimble adquiriu ainda em novembro a *Vico Software*, empresa que era líder em produção de *software* de realidade 5D para todo o ciclo de vida das obras. [31]

O ano de 2013 voltou a ser um ano de crescimento e muitas aquisições para a Trimble, começando logo em janeiro com a compra da americana *ALK Technologies Inc*, empresa que era líder mundial em tecnologia de rotas, mapeamento e navegação, em fevereiro adquire uma empresa inglesa de desenvolvimento de *softwares* de recolha de dados de terreno e *office* para cadastro e rastreamento. Em junho, a Trimble adquire a *Trade Service Company, LLC* que era líder em desenvolvimento de sistemas de informação sobre agregação, gestão e distribuição de preços para o setor da AEC e adquire ainda a neozelandesa *Actronic Holdings Limited* com objetivo de aumentar o conhecimento em soluções de monitorização e aviso de maquinaria usado no *Connected Site*. Em agosto, com vista a aumentar os conhecimentos e tecnologias de monitorização na agricultura e gestão de água, a Trimble adquire a americana *RainWave LLC e Hydro-Engineering Solutions LLC* e compra ainda a neozelandesa *IQ Irrigation* que produzia soluções de *software e hardware* para controlo automático de irrigação. Em setembro, a Trimble faz a aquisição da *Asset Forestry Limited* que era líder na produção de *software* de controlo de logística florestal.

O ano de 2014 começa para a Trimble a apostar, mais uma vez, no mercado dos acessórios de levantamentos e rastreamento topográfico com a compra da húngara *GeoDesy and GeoDesy Free Space Optics*. Esta empresa possuía uma tecnologia particular de comunicação designada de *FSO* que usa tecnologia laser invisível para melhor e mais precisa troca de informação áudio, vídeo ou mesmo escrita sendo esta tecnologia utilizada em obras com áreas de implantação bastante grandes. No mês de maio, a Trimble consegue a aquisição da americana *MAYBIM* que era líder na tecnologia de metodologia *BIM* para as áreas de mecânica, elétrica e pichelaria. Em junho desse mesmo ano, a Trimble adquire ainda a australiana *Mining Information Systems (MIS)* que era líder em soluções de melhoria de produtividade e segurança na área mineira e adquire ainda a americana *Omega Group* que era líder na produção de *software* de suporte de mapeamento, análise e tecnologia móvel que funciona em *cloud*. Em agosto, faz a aquisição da *Manhattan Software* que produzia *software* de gestão imobiliária e gestão de infraestruturas em soluções de todo o ciclo de vida de edifício denominadas *DBO (Design-Build-Operate)* e faz ainda uma nova parceria estratégica com o famoso arquiteto *Frank Gehry* com o intuito de desenvolver a comunicação entre escritório e estaleiro com novas tecnologias e novos *softwares* de gestão integrada de construções. Em novembro, a Trimble avança para a compra da inglesa *Amtech Group Limited* que produzia *softwares* de gestão integrada nos mercados de engenharia mecânica, elétrica e pichelaria e, em dezembro, faz a aquisição de mais duas empresas: a *Nexala* que produzia soluções de gestão do ciclo de vida de redes de transporte de comboios e ainda a *IRON Solutions, Inc* que produzia soluções para a área da agricultura com informações de mercado, análise de dados e produtividade. [31]

No ano de 2015, a Trimble continua a sua rota de ascensão com a aquisição de mais um conjunto estratégico de empresas. Em março, consegue comprar a empresa *Linear Project GMBH* que se dedicava à execução de *software* de planeamento para projetos de infraestruturas lineares que era usado por todo o mundo para projetos de vias de comunicação, caminhos de ferro, oleodutos, tuneis, entre muitos outros usos de engenharia. Com este *software* adquirido, a Trimble combina isso com o seu *Business Center HCE* criando *softwares* cada vez mais potentes (*TILOS*) que se dedicam a obras de construção pesadas, otimizando custos e processos de trabalho. Ainda no mês de março, a Trimble adquire ainda a finlandesa *Fifth Element* que era uma empresa que se dedicava à gestão dos ativos florestais e soluções de comunicação móveis para operações logísticas. Em abril, compra a empresa *HarvestMark* que era líder no fornecimento de rastreamento de qualidade alimentar e soluções de inspeção de qualidade, reforçando assim a sua posição na indústria agrícola e de Transportes e Logística. Em agosto, consegue comprar a norueguesa *Vianova Systems AS*, que era especializada em *software* de metodologia *BIM* para conceção de infraestruturas em toda essa região europeia. Em outubro, adquire a sueca *PocketMobile* que era uma empresa europeia líder em soluções móveis de produtividade para as áreas de serviço postal e logística, segurança e serviço de campo. Em novembro, consegue adquirir a canadiana *AGRI.TREND* que possuía a maior rede de consultores independentes agrícolas na América do Norte e consegue ainda comprar a *Telog Instruments* que era líder na produção de soluções de monitorização e gestão *wireless* de infraestruturas hidráulicas. [31]

O ano de 2016 foi ainda outro ano de grandes resultados e aquisições por parte da Trimble das quais se pode destacar a compra em fevereiro da *Safaira Ltd* que era líder no desenvolvimento de *software cloud* de conceção de edifícios sustentáveis, a compra da alemã *AXIO.NET* que se dedicava ao fornecimento de correções de sistema *GNSS* e a compra da *Building Data* que produzia coletânea de dados de áreas de mecânica e pichelaria. [31] [32]

4.2 Atualidade da Trimble

4.2.1 Aspetos Genéricos

Como foi possível constatar anteriormente, as aquisições estratégicas que a empresa foi realizando ao longo dos anos tiveram um papel muito importante no desenvolvimento da Trimble que foi, paulatinamente, ganhando novos mercados e crescendo nos mesmos à força de conquistar os principais concorrentes, introduzindo e melhorando novas tecnologias e processos. Aspetos como a contínua inovação e experiência de domínio industrial foram fulcrais percursos que permitiram um crescimento orgânico e sustentado, estabelecendo como principais mercados alvo os mercados da AEC, da agricultura, o trabalho de campo móvel e aparelhos de tecnologia de ponta. Com o avançar das tecnologias de comunicação, das tecnologias computacionais e aplicações *softwares*, a Trimble acompanhou o ritmo de crescimento, aparelhando as suas tecnologias *GPS* bem como outras tecnologias de posicionamento a outras fontes/tipos de informação e assumindo-se como um líder nas tecnologias de informação. [31]

Nos dias de hoje, a Trimble possui engenheiros que trabalham em todo o globo com aplicações que utilizam as mais modernas tecnologias de posicionamento que revolucionarão o mercado dos nossos dias. Conta já com mais de 500 produtos e continua a desenvolver novas soluções de posicionamento para combater os mais difíceis desafios que o mercado global possui. Esses mais de 500 produtos podem ser encontrados em coisas tão diversas como os automóveis do dia-a-dia, equipamento de construção, maquinaria agrícola, computadores, *PDA's*, entre muitos outros equipamentos. [31]

Em termos de situação financeira, a Trimble conseguiu faturar algo como 2.3 mil milhões de euros no ano de 2015, no ano de 2016 conseguiu faturar 2.362 mil milhões de euros e neste primeiro semestre de 2017 já conseguiu faturar 613.9 milhões de euros. [31] [32]

4.2.2 Estrutura Organizacional

Em termos organizacionais, a Trimble possui um conselho de administração que é constituída por 9 elementos nomeadamente:

- **Steven W. Berglund:** é o presidente e chefe executivo da Trimble desde 1999, tendo anteriormente ocupado o cargo de presidente na empresa *Spectra Precision* que foi adquirida pela Trimble. Frequentou a Universidade de Oslo e Minnesota na área de engenharia química e tem ainda um *Master Business Administration (MBA)* da Universidade de Rochester. É ainda membro do conselho de diretores da *Silicon Valley Leadership Group*, membro do conselho de confiança da *World Educational Services* e membro do conselho de administração da *Association of Equipment Manufacturers*. [33]



Fig.12 Mr.Berglund, CEO da Trimble [32]

- **Merit E. Janow:** é uma diretora independente, fazendo aconselhamento estratégico nas áreas financeiras e comércio internacional, foi professora na Universidade de Columbia na área de Relações Internacionais tendo mesmo sido diretora dessa mesma instituição. Publicou inúmeros artigos científicos e livros, serviu em diversas entidades públicas como a *World Trade Organization*, em várias organizações de rastreio de confiança internacionais, esteve no conselho de administração da *Nasdaq Stock Markets LLC*. Em 2014, entrou para o conselho de administração da *Mastercard*. Em termos de formação acadêmica, fez formação universitária (bacharelato) em estudos asiáticos na Universidade de Michigan e tem um *Juris Doctor* da Universidade de Direito da Columbia. [33]
- **Ulf Johansson:** ocupa atualmente o cargo de presidente do conselho de administração tendo sido eleito em 1999 inicialmente diretor. É originário da Suécia, tem um grau de *Master of Science* na área de Engenharia Elétrica e *Doctor of Technology* na área de Teoria das Comunicações na *Royal Institute of Technology* da Suécia. Tem ainda uma vasta e distinguida carreira na área das tecnologias de comunicação, trabalha atualmente também no conselho de administração da empresa sueca *Telefonaktiebolaget LM Ericsson* e como presidente da *Acando AB*, uma empresa de gestão e consultoria de *IT*. De 2012 a 2016, foi membro do *Governing Board of the European Institute of Innovation and Technology*, de 1998 a 2005 foi presidente da *Europolitan Vodafone AB*. Entre os anos de 1998 a 2003, foi presidente no conselho de administração da *Royal Institute of Technology*. [33]
- **Mark S. Peek:** tem um bacharelato em contabilidade e finança internacional feito na Universidade Estadual do Minnesota. Foi diretor durante 19 anos na *Deloitte*, de 2000 a 2007 foi vice-senior presidente e chefe de gabinete de contabilidade na empresa *Amazon.com*, de 2007 a 2011 foi diretor de gabinete de contabilidade, presidente e chefe de operações de negócios na empresa *VMware, Inc*, desde 2011 a 2012 também esteve no conselho de administração da *Workday, Inc* e ainda é co-presidente desta empresa, que se dedica em produzir aplicações empresariais *cloud* para áreas recursos humanos, gestão e análise financeira, desde 2015 até ao presente. Pertence ao conselho de administração da Trimble desde 2010 como diretor. [33]
- **Nicholas W. Vande Steeg:** fez formação académica na Universidade Pepperdine conseguindo um bacharelato em Tecnologia Industrial. Em termos profissionais, começou, como engenheiro industrial e gestor de relações industriais, entre 1965 e 1970 na empresa *Deere & Company*, seguindo depois em 1971 para a empresa *Parker Hannifin Corporation* tendo mesmo chegado a chefe de operações e presidente, onde exerceu esses cargos até 2007. Em 2013 foi eleito para o conselho de diretores da empresa *Gardner Denver, Inc* e em 2015 foi eleito para o conselho de diretores da empresa *Pacific Design Technologies*, empresa da qual ainda detém parte do capital. De momento ainda está presente no conselho de direção da Universidade *College of Azuca Pacific*. Foi eleito para o conselho de administração da Trimble como diretor desde 2003 tendo sido promovido a Vice-Presidente em 2007. [33]
- **Ron Nersesian:** Ronald S. Nersesian foi nomeado para o Conselho de Administração da Trimble em novembro de 2011. É ainda presidente e diretor executivo da *Keysight Technologies*, uma empresa de medição eletrônica. De novembro de 2012 a setembro de 2013,

atuou como presidente e diretor de operações da *Agilent Technologies* e de novembro de 2011 a novembro de 2012, atuou como vice-presidente executivo e diretor operacional. De março de 2009 a novembro de 2011, Nersesian atuou como presidente do *Grupo de Medição Eletrônica (EMG) da Agilent* e, de fevereiro de 2005 a março de 2009, foi vice-presidente e gerente geral da *Unidade de Negócios Sem Fio da EMG*. Começou sua carreira em 1982 com a *Computer Sciences Corporation* como engenheiro de sistemas de comunicações por satélite. Em 1984, ingressou na *Divisão de Nova Jersey da Hewlett-Packard* e, de 1987 a 1996, desempenhou vários cargos administrativos na divisão, incluindo gerente de marketing. Em 1996, o Sr. Nersesian juntou-se a *LeCroy Corporation* como vice-presidente de marketing mundial e diretor corporativo. Posteriormente assumiu outros cargos de gerência sênior, incluindo vice-presidente sênior e gerente geral do negócio de osciloscópio de armazenamento digital da empresa. Nersesian juntou-se à *Agilent* em 2002 como vice-presidente e gerente geral da Divisão de Validação de Projetos da empresa. Também é membro do Conselho Consultivo da *Georgia Tech*. Em termos de formação acadêmica, possui um bacharelato em engenharia elétrica pela *Lehigh University* e MBA pela *New York University, Stern School of Business*. [33]

- **Börje Ekholm:** Börje Ekholm foi nomeado para o Conselho de Administração da Trimble em 2015. Desde janeiro de 2017, Ekholm atuou como presidente e diretor executivo da sueca *Ericsson*. Entre maio de 2015 e janeiro de 2017, Ekholm atuou como diretor executivo da *Patricia Industries*, uma unidade do *Investor AB*. O Sr. Ekholm foi presidente e diretor executivo da *Investor AB* de setembro de 2005 a maio de 2015. O Sr. Ekholm ingressou no *Investor AB* em 1992 como associado no departamento de finanças corporativas da empresa. De 1995 a 1997, fundou e geriu a *Novare Kapital*, uma empresa de capital de risco em fase inicial, propriedade da *Investor AB*. De 1997 até agosto de 2005, foi responsável por todas as atividades de Investimentos de *Private Equity* no *Investor AB* e também foi o chefe do *Investor Growth Capital*, braço de capital de risco totalmente investido pelo *Investor AB*. O Sr. Ekholm foi membro do Grupo de Administração do *Investor AB* de 1997 a 2015. É presidente do conselho de administração da *Nasdaq* e do *KTH Royal Institute of Technology*. Outras atribuições incluem *Alibaba Group* e *Ericsson*. Também atua no conselho de curadores da *Choate Rosemary Hall*. Em termos acadêmicos, é Mestre em Administração de Empresas pelo *INSEAD* de França e possui mestrado em Engenharia Elétrica pelo *Instituto Real de Tecnologia de Estocolmo*. [33]
- **Kaigham Gabriel:** Kaigham (Ken) Gabriel foi nomeado para o Conselho de Administração da Trimble em 2015, é o presidente e diretor executivo do *Charles Stark Draper Laboratory*, uma instituição independente de pesquisa sem fins lucrativos que desenvolve soluções tecnológicas inovadoras nos campos de segurança nacional, espaço, sistemas biomédicos e energia. Ocupou essa posição desde outubro de 2014. Antes disso, atuou como vice-diretor do grupo de *Tecnologia Avançada e Projetos (ATAP) na Google* de 2012 a 2014 e como vice-presidente corporativo da *Google / Motorola Mobility*. De 2009 a 2012, foi vice-diretor e, em seguida, diretor interino da *Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa (DARPA) do Departamento de Defesa dos USA*. Entre 2002 e 2009, foi co-fundador, presidente e diretor de tecnologia da *Akustica*, uma empresa de semicondutores *fabless* que comercializou dispositivos e sensores de áudio da *Micro Electro Mechanical Systems*. Em termos acadêmicos, Gabriel

possui o grau de mestre científico e doutoramento em Engenharia Elétrica e Ciência da Computação do *Massachusetts Institute of Technology*. [33]

- **Meaghan Lloyd:** foi nomeada para o Conselho de Administração da Trimble em 2016. Desde 2009, é a chefe de equipe e sócia da *Gehry Partners, LLP*, uma empresa de arquitetura de serviços completos com vasta experiência internacional na concepção e construção de museus acadêmicos, desempenho e projetos comerciais. Foi fundada em 1962 em Los Angeles, Califórnia, e a missão da *Gehry Partners* passa por elevar a arquitetura ao nível da arte, criando edifícios que atendam às necessidades funcionais e económicas do projeto. Antes disso, ela era designer que trabalhava com *Frank Gehry* na empresa. Além de suas funções na *Gehry Partners*, ela atuou como diretora executiva da *Gehry Technologies, Inc.*, uma empresa de software e serviços baseada em *cloud* para os setores de arquitetura, engenharia e construção, a partir de 2013-2014. Em termos acadêmicos, conseguiu o seu bacharelato em Ciências de Estudos Arquitetónicos pela *Universidade de Illinois* e o seu mestrado em Arquitetura da *Universidade de Yale*. É ainda membro do conselho da *Turnaround Arts California*. [33]

Em termos de equipas de chefias executivas, a Trimble contém os quadros seguintes conforme ilustrado na Figura 13.



Fig. 13 Chefias Executivas [33]

4.2.3 Mercados Alvo, Empresas do Grupo e Produtos Trimble

Como foi bastante perceptível, a Trimble tem mudado de forma bastante radical e inovadora o mundo. Através da aplicação de tecnologias inovadoras de posicionamento, comunicação e software conseguem transformar a maneira como o trabalho é feito em diversas variedades de indústrias. As soluções por eles produzidas para a indústria integram as capacidades avançadas em três áreas principais: **informação** incluindo aplicações para gestão de tarefas, análise e modelação 3D, **posicionamento**, medição e deteção, tais como sistemas para rastrear a orientação de objetos numa sala; **soluções de conectividade** para melhorar a colaboração entre redes dispersas e trabalhadores. [34]

No que toca aos mercados alvo da empresa, podemos identificar as seguintes indústrias/aplicações:

- Rastreamento Laser 3D;
- Sistemas de Sensores Aéreos;
- Agricultura;
- Agregados;
- Planeamento de Alinhamentos;
- Sistemas Automóveis Incorporados;
- Design Construtivo, Engenharia e Construção;
- Rastreamento Topográfico;
- Engenharia e Construção de Estaleiros de Obra;
- Logística construtiva;
- Ferramentas Construtivas;
- Serviços Corretivos GPS;
- Infraestruturas de Navegação *DGNSS*;
- Energia;
- Indústria Ambiental;
- Gestão de Serviços de Frotas Automóveis Ligeiros e Projetos de Construção Pesada;
- Indústria Forense;
- Indústria Florestal;
- Infraestruturas *GNSS*;
- Preservação Monumental Histórica;
- Mapeamento Móvel;
- Administração Territorial;
- Rastreamento Sísmico;
- Entidades Governativas;
- Entidades Administrativas Locais;
- Construção Marinha;
- Defesa Nacional;
- Indústria Mineira;
- Computação Móvel;
- Rastreamento e Mapeamento móvel;
- Aplicações de Monitorização;
- Indústria de Óleos, Gás e Química;
- Soluções Linhas Elétricas De Alta Potência;
- Aplicações de Precisão *GNSS* e Inércia;
- Soluções PreCom;
- Linhas de Caminho de Ferro;
- RFID;

- Telco e Indústria de Cabos;
- Aplicações de Controlo de Tempo e Frequência;
- Indústria de Transportes e Logística;
- Sistemas de Pilotagem Computacional Aéreo;
- Administração Federal Norte-Americana;
- Utilidades de Gestão de Recursos Hídricos;

Como foi perceptível, a Trimble foi adquirindo um conjunto bastante alargado de empresas ao longo dos anos de diversas áreas. Neste momento, as empresas pertencentes ao grupo são as seguintes:

1. **ALK Technologies:** um líder global em *GeoLogistics*™ e software de navegação, está focada no desenvolvimento de soluções inovadoras para transporte, logística e mão de obra móvel. Há 30 anos, a *ALK* lidera a indústria de transporte com soluções de rotas, quilometragem e mapeamento de alta qualidade. As linhas de produtos incluem o premiado *CoPilot Live*, o software de navegação *GPS* de escolha para frotas, operadores móveis, OEMs de hardware, integradores de sistemas e drivers profissionais. O *PC * MILER* da *ALK* é amplamente reconhecido como o padrão da indústria e depende de empresas de transporte, logística e manufatura em todo o mundo. O mais recente software da empresa, o *ALK Maps*, é uma plataforma de desenvolvimento projetada para a indústria de transporte e fornece rotas comerciais, geocodificação e visualização de mapeamento para aplicações empresariais. Mais informações podem ser encontradas no seu website www.alk.com. [35]



Fig. 14 ALK, uma das empresas Trimble [35]

2. **Applanix:** é líder da indústria no desenvolvimento e fabricação de tecnologia *Inertial / GPS* integrada. Os Sistemas de Posição e Orientação (*POS*™) da empresa são usados em todo o mundo para uma variedade de aplicações, como levantamento e mapeamento aéreo, sensoriamento remoto, planeamento de vias de comunicação, aquisição de dados *SIG* e levantamento hidrográfico. Mais informações sobre *Applanix* podem ser encontradas em www.applanix.com. [35]



Fig. 15 Applanix, uma das empresas Trimble [35]

3. **Cengea:** fornece soluções de negócios baseadas em tecnologia da informação para empresas baseadas em recursos. *Cengea* serve as indústrias de produtos florestais, agricultura, meio ambiente, serviços públicos e mercados governamentais na América do Norte e em todo o mundo. A empresa oferece soluções de otimização e execução de cadeia de fornecimento de matérias-primas líderes na indústria para os setores de agricultura e produtos florestais. Estas

soluções permitem aos seus clientes fazer reduções de custos sustentáveis e agregar valor aos seus produtos, concentrando-se na resolução de problemas de qualidade, produtividade, conformidade e operacionais. Os clientes da *Cengea* são de todas as dimensões, algumas das maiores e mais conhecidas organizações de produtos florestais, negócios agrícolas e de conservação do mundo bem como pequenas e médias empresas e departamentos estaduais e federais. A empresa com 21 anos de história a servir soluções espaciais em todo o mundo coloca-a numa posição única para compreender e ajudar a resolver questões complexas de negócios. Para mais informações, visitar o website www.cengea.com. [35]



Fig. 16 Cengea, uma das empresas Trimble [35]

4. **GEOTrac:** fornece soluções de gestão de frota e segurança de trabalhadores para a indústria de petróleo e gás. Focada nesta vertical, a *GEOTrac* é capaz de fornecer soluções personalizadas relevantes para as necessidades das operações de campo. *GEOTrac* trabalha com muitos dos maiores produtores de petróleo e gás da América do Norte e empresas de serviços. Desde 2003, a *GEOTrac* vem fornecendo mapeamento GIS, software baseado na web e hardware robusto para o clima severo na indústria de petróleo e gás. Mais informações podem ser encontradas em www.geotracinternational.com. [35]



Fig. 17 GEOTrac, umas das empresas Trimble [35]

5. **Logicway:** especializada em automatizar o cálculo de salários e despesas para as empresas. Hoje, a maioria de seus clientes está no setor de transporte e logística em toda a Europa. *Logicway* é baseado em Oldenzaal, Holanda. Mais informações podem ser encontradas em www.logicway.nl. [35]



Fig. 18 Logicway, uma das empresas Trimble [35]

6. **MyTopo:** com sede em Billings, Montana, fornece serviços de mapeamento, dados e software para uso profissional e recreacional. Mais informações podem ser encontradas em www.mytopo.com. [35]



Fig. 19 MyTopo, um das empresas Trimble [35]

7. **PeopleNet:** está focada em fornecer sistemas inovadores de computação on-line e sistemas de comunicações móveis integrados na Internet para melhorar a gestão da frota da indústria de caminhões da América do Norte. Os seus produtos são utilizados por quase 1.500 caminhões, LTL, privadas e frotas de serviço nos Estados Unidos e no Canadá, incluindo várias empresas *Fortune 500*. Reputada por sua inovação tecnológica orientada para o cliente, flexibilidade incomparável e atendimento proativo ao cliente, a *PeopleNet* foi a primeira fornecedora de tecnologia a oferecer comunicações via Internet à indústria de transporte há 15 anos. Desde então, a empresa desenvolveu novos produtos que continuam a melhorar a gestão da frota. Mais informações podem ser encontradas em www.peoplenetonline.com. [35]



Fig. 20 PeopleNet, uma das empresas Trimble [35]

8. **Plancal:** fundada em 1980, a *Plancal of Horgen*, Suíça, desenvolve e comercializa soluções de software para os ofícios mecânicos e HVAC. A *Plancal* é um fornecedor líder de software CAD / CAE e ERP 3D para as indústrias mecânica, elétrica e de pichelaria (MEP) e de aquecimento, ventilação e ar condicionado (HVAC) na Europa Ocidental. As soluções são adaptadas para atender às normas e práticas específicas do setor e do país, bem como aos métodos de fluxo de trabalho de engenheiros, projetistas e instaladores. A *Plancal* possui locais de desenvolvimento em Bonn, Alemanha e Horgen, na Suíça, bem como em organizações regionais de vendas e serviços na Suíça (*Plancal AG* em Horgen, perto de Zurique e *Plancal SA*, em Le Mont-sur-Lausanne) e escritórios de suporte (em Munique, Stuttgart, Berlim, Hamburgo), na Áustria (*Plancal GmbH*, Amstetten), França (*Plancal SARL*, Lyon) e uma filial em Londres, Reino Unido. Para mais informações sobre a *Plancal*, visite www.plancal.com ou www.plancal.ch. [35]



Fig. 21 Plancal, uma das empresas Trimble [35]

9. **TMW Systems:** é um fornecedor líder de software empresarial para empresas de transporte e logística. As soluções da *TMW* abordam todos os aspetos das operações de aluguer e não de

aluguer, de ativos e não ativos. Os clientes incluem frotas para aluguer, corretores, 3PLs e frotas privadas, juntamente com centros de serviço de veículos pesados. Com sede em Cleveland, Dallas, Indianápolis, Nashville, Oklahoma City, Raleigh e Vancouver, a *TMW* atende atualmente mais de 2.000 clientes gerindo mais de 500.000 unidades de energia e mantendo mais de 1,7 milhões de ativos em todo o mundo, incluindo América do Norte, Europa, China e América Latina. Mais informações podem ser encontradas em www.tmwsystems.com. [35]



Fig. 22 TMW Systems, uma das empresas Trimble [35]

- 10. Trade Service:** é o fornecedor principal de informação de referência do produto e do preço às indústrias mecânicas, elétricas, do encanamento, industriais, automóveis e de produtos de escritório. Desde 1931, a empresa tem sido líder em aquisição, gestão e distribuição de conteúdo, oferecendo uma variedade de produtos/serviços para atender às necessidades dos clientes. Mais de 21.000 fabricantes, distribuidores, empreiteiros e agências governamentais dependem do *Trade Service*. A gama de soluções fornecidas inclui diretórios impressos, software, produtos e dados de orçamentação para atualização de sistemas de negócios. Mais informações podem ser encontradas em www.tradeservice.com. [35]



Fig. 23 Trade Service, uma das empresas Trimble [35]

- 11. Vianova Systems:** é um pioneiro internacional e líder de mercado na Escandinávia dentro de software de engenharia civil para projetar infraestruturas de transporte. Ao colaborar estreitamente com as principais organizações do setor público e privado, a empresa desenvolve soluções líderes de tecnologia que fornecem resultados de classe mundial para o utilizador individual, cliente, parceiro e sociedade no geral. Fundada numa visão de software baseada em modelos multidisciplinares, a *Vianova Systems* foi pioneira em ferramentas de projeto de infraestrutura com as suas aplicações de design *Novapoint* para projetos de infraestruturas rodoviárias, ferroviárias, marítimas e aéreas. Com esta filosofia, a empresa também desenvolveu seu *BIM* para solução de infraestruturas *NovapointDCM* e *QuadriDCM* que fornecem benefícios tangíveis de ciclo de vida para projetos de infraestruturas. Mais de 15.000 engenheiros usam a *Novapoint* para projetar infraestruturas de transporte moderna, com o apoio dos especialistas dedicados da *Vianova Systems* com os principais mercados na Escandinávia e no norte da Europa. Mais informações em www.vianovasystems.com. [35]



Fig. 24 Vianova Systems, uma das empresas Trimble [35]

- 12. Visual Statement:** fornece ferramentas de software de desktop de última geração para investigação, análise e reconstrução de acidentes de crime e colisão, bem como soluções empresariais de relatórios e análises utilizadas por agências de segurança pública. O *Visual Statement* atualmente suporta mais de 4.500 agências e consultores jurídicos e aproximadamente 30.000 usuários no Canadá, Estados Unidos, Espanha, Grécia, México, Austrália, Grã-Bretanha, Nova Zelândia, África do Sul, Quênia e muitos outros países. Para mais informações, visite: www.visualstatement.com. [35]



Fig. 25 Visual Statement, uma das empresas Trimble [35]

Analisando desta vez apenas os mercados referentes ao setor engenharia civil e construção em estudo e apenas as soluções de *software* de entre as inúmeras e diversas soluções, podemos constatar que a Trimble apresenta os seguintes produtos:

- **Connected Community:** é um website personalizado que conecta todos os envolvidos no trabalho. Caso esteja no escritório a trabalhar num projeto ou no campo a trabalhar numa máquina, todos os envolvidos ficarão a saber. Portanto, é possível e mais fácil conseguir que o projeto esteja dentro do prazo e no orçamento. A espinha dorsal do *Trimble® Connected Site®*, a *Connected Community* ajuda os empreiteiros a gerir e compartilhar informações em tempo real usando servidores online. Os arquivos de design do *Business Center HCE* e informações sobre produtividade de do *VisionLink™* podem ser facilmente acedidos pelos intervenientes no escritório ou campo. Como todos trabalham a partir da mesma informação, as decisões podem ser feitas rapidamente e corretamente, sem que erros aconteçam. Com um plano de assinatura da *Connected Community*, é possível parar de desperdiçar valiosas horas de condução para fora do local de trabalho e começar a gerir as equipas, dispositivos e estaleiros efetivamente a partir do escritório. [36]



Fig. 26 Connected Community, uma aplicação Trimble [36]

- **Novapoint:** *Trimble Novapoint* é o conjunto de ferramentas de design da solução *BIM* extensiva da Trimble para projetos de infraestruturas permitindo aos engenheiros civis projetar efetivamente todos os aspetos das modernas estradas, caminhos de ferro, túneis, pontes, redes de água e drenagem de águas residuais. O *Novapoint* é integrado ao servidor *BIM* e à plataforma de colaboração *Trimble Quadri* de uma forma fácil de usar. Juntos, eles compõem a solução *BIM* mais abrangente do setor para projeto de infraestrutura. Todos os produtos *Novapoint* requerem conexão com o *AutoCAD*. Com *Novapoint* é possível construir um modelo complexo da infraestrutura de forma mais eficiente incluindo superfícies de terreno 3D, camadas

subsuperfícies em 3D e estruturas 3D, como prédios, pontes, placas rodoviárias, cabos, vegetação, entre outros. É ainda possível visualizar o modelo em plano, secções e 3D. [36]



Fig. 27 Novapoint, uma aplicação Trimble [36]

- **Quadri:** O *Trimble Quadri* é uma solução de colaboração e servidor *BIM* baseada em *Cloud*, permitindo que todas as disciplinas de infraestrutura compartilhem um modelo de projeto central, facilitando um trabalho em equipa apertado entre diretores, projetistas, empreiteiro e proprietário do projeto. *Quadri* é a chave para alcançar *BIM Maturity Level 3*, incluindo suporte para formatos abertos como *LandXML*, *GML* e *IFC*. A *Quadri* fornece um ambiente de trabalho padronizado, multidisciplinar e simultâneo. Usando o *Trimble Novapoint Base*, os membros do projeto compartilham tarefas de modelo, objetos e arquivos de forma padronizada, aumentando substancialmente a produtividade e a qualidade. O modelo compartilhado baseia-se no conjunto de normas ISO 19100 (incluindo *GML*), proporcionando uma entrega de modelo sustentável aberto, facilmente adaptável aos termos contratuais e requisitos da indústria nacional. *Quadri* é projetado para lidar com modelos geográficos grandes e complexos, aproveitando os objetos inteligentes com geometrias e propriedades 3D avançadas. Como superfícies 2D / 3D, *clouds* pontuais, volumes, linhas construídas, entre outros. Sendo baseado na *cloud*, o modelo *Quadri BIM* é seguro e acessível de qualquer lugar, a qualquer momento. [36]



Fig. 28 Quadri, uma aplicação Trimble [36]

- Quantm Alignment Planning System:** O software *Trimble Quantum* ajuda a planejar um novo projeto ferroviário ou rodoviário mais rapidamente com custos de construção mais baixos. Desde o primeiro desenho e terminando com um produto de infraestrutura viável, este produto oferece suporte às soluções de planeamento de alinhamento mais avançadas da indústria. A *Trimble Quantum* avalia de forma abrangente as opções de alinhamento em todo o seu terreno, entregando os melhores candidatos à equipa de planeamento para consideração. As opções resultantes podem ser analisadas rapidamente para atender às preocupações dos proprietários do projeto e das partes interessadas e manter o projeto ferroviário no caminho certo. Avalia ainda de forma abrangente todos os dados de entrada, incluindo questões ambientais, culturais e comunitárias envolvidas no planeamento de uma nova rota de comboios de alta velocidade, reduzindo substancialmente o tempo de planeamento e os custos de construção do alinhamento. As opções resultantes podem ser analisadas rapidamente para atender às preocupações dos proprietários e dos administradores. Quando novos dados estiverem disponíveis, o sistema *Quantm* pode rapidamente gerar novas alternativas ótimas para manter o ritmo do projeto e manter seu projeto ferroviário de alta velocidade no caminho certo. [36]

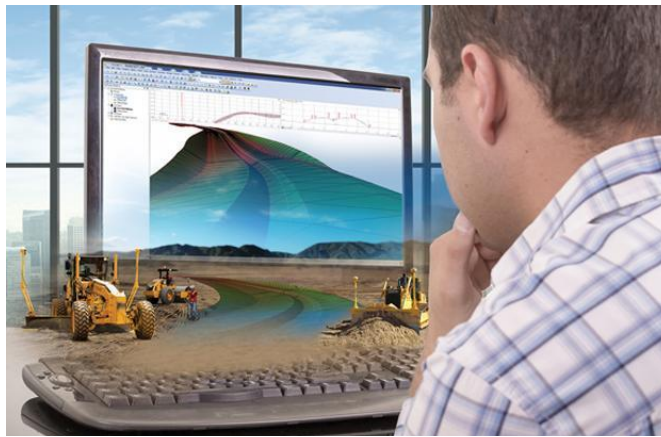


Fig. 29 Quantm Alignment Planning System, uma aplicação Trimble [36]

- Tekla Civil:** é uma solução abrangente que atende às necessidades de modelação de informações no campo da engenharia civil permitindo a distribuição de informações atualizadas entre todos os operadores dentro de um projeto em todas as fases do ciclo de vida do mesmo. A *Tekla Civil* oferece ferramentas poderosas para fazer modelos de informação e planos de atualização assim como para visualização 3D e visualização de projetos de engenharia civil usando modelos de combinação. A solução também atende às necessidades de controlo de máquinas e manutenção de projetos acabados. O modelo de informação poderoso é a base para uma cooperação harmoniosa em que o ambiente multiutilizadores em tempo real possibilita que todos os operadores de um projeto comuniquem de forma eficiente e façam a gestão de informações corretas em todo o projeto. A solução baseada no modelo garante que todas as informações precisas e relevantes estão disponíveis para todos os utilizadores e todas as atualizações e alterações feitas no modelo são atualizadas ao mesmo tempo para todos. O modelo construtivo é o resultado de um projeto eficiente e confiável. Os modelos de realização utilizados para o controlo de máquinas melhoram consideravelmente as operações no estaleiro de obras, tornando a construção mais precisa e diminuindo o número de erros cometidos. Cálculos precisos e confiáveis de transporte em massa reduzem o trabalho desnecessário na fase de construção e as versáteis funcionalidades de garantia de qualidade facilitam o acompanhamento fácil à medida que o projeto avança. O navegador 3D diverso e claro permite visualizar todo o projeto como um todo, com todos os dados de infraestrutura necessários.

Modelos de combinação são fundamentais quando é preciso imaginar a possibilidade de construção de um projeto e as infraestruturas, equipamentos geoespaciais e edifícios que formam um todo coerente. A visualização de modelos de combinação também facilita a detecção de possíveis conflitos ou problemas. [36]



Fig. 30 Tekla Civil, uma aplicação Trimble [36]

- **TILOS:** é um software de planeamento de tempo-espço para a gestão de projetos de construção linear, direcionado para projetos de infraestrutura. Pode ser usado em diferentes indústrias de construção nomeadamente construção de vias de comunicação, caminhos de ferro, oleodutos e túneis como também em aplicações hidráulicas ou construção de linhas de tensão. *TILOS* é fácil de usar, poderoso e usado em muitos projetos internacionais, com apoio ao cliente em vários idiomas. Pode-se considerar uma brilhante ferramenta para o planeamento e gestão de projetos lineares. Os sistemas de planeamento tradicionais exibem os seus resultados em gráficos de barras ou diagramas de rede. Este tipo de projetos lineares apresenta desafios únicos pois as equipas e equipamentos movimentam-se ao longo do estaleiro de obras para realizar seu trabalho, existindo potencial para acidentes. Nenhum dos diagramas tradicionais é capaz de mostrar uma ligação gráfica entre o local onde o trabalho é executado (o eixo de distância) e a hora em que é executado (o eixo de tempo). Diagramas de distância-tempo comunicam claramente os pormenores mostrando os detalhes do projeto e a programação em uma visão. [36]

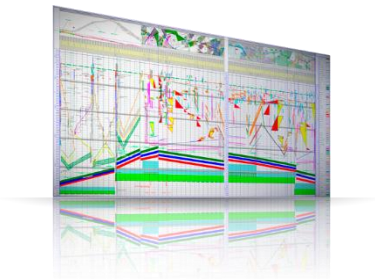


Fig. 31 TILOS, uma aplicação Trimble [36]

- **Trimble Contractor:** esta aplicação, muito útil para os empreiteiros, ajuda a minimizar a papelada, automatizar processos e gerir a sua empresa com mais eficiência mesmo a partir do estaleiro. É uma forma acessível e fácil de gerir tarefas de escritório comuns num *smartphone* ou *tablet*. Os dados podem ser exportados para o seu software de contabilidade atual. Envia e recebe rapidamente aprovação em orçamentos, com possibilidade de ter no telemóvel uma melhor comunicação com seus clientes. Cria orçamentos diretamente de um preço unitários padronizados ou lista de itens, envia para os clientes via e-mail, armazena citações no seu dispositivo móvel, obtém aprovação no local de clientes e anexa notas, esboços e fotos. [36]



Fig. 32 Trimble Contractor, uma das aplicações Trimble [36]

- **Vision Link:** A solução *VisionLink* integra a produtividade do local, as quantidades de materiais e o movimento de materiais com a gestão de ativos e frotas para oferecer uma visão holística do seu estaleiro para que se possa tomar a decisão certa no momento certo. Centralizar e simplificar a gestão das operações no local maximiza a eficiência, aumenta a produtividade e reduz os custos para toda a sua frota. É possível saber quando e onde seu equipamento está a trabalhar, examinar a utilização de ativos e minimizar tempos mortos, as horas para reduzir a depreciação do equipamento e eliminar a queima de combustível desnecessária e onerosa, monitorizar as cargas de maquinaria pesada e da roda e otimize as operações de transporte. Utiliza modelos de superfície continuamente atualizados com base na atividade da máquina e relatórios agendados de informações críticas de negócios como dados de garantia de volume e qualidade para cobrança mais fácil e mais precisa, inspeções e progresso do projeto. [36]



Fig. 33 Vision Link uma das aplicações Trimble [36]

“The technology solution provided by Trimble and the working partnership developed with SITECH WA has allowed Georgiou to discover the benefits this technology can deliver to the business for earthworks projects of this size and nature. The positive outcomes from this project have enabled Georgiou to utilise this technology to manage productivity on future projects. With a better understanding of the Trimble hardware and software, we are now challenging Trimble to provide additional functionality to further improve productivity” *Georgiou Group, empresa australiana que usou o Vision Link e beneficiou bastante.*

“We’ve been Trimble technology users since late 2005, but their more sophisticated software of the past couple years is allowing us to do things we never thought possible,” *Wally Stanton, diretor projeto da Len Corcoran Excavating Ltd.*

5

Business Center - HCE

5.1 Caracterização Global da Aplicação

A aplicação *software* da Trimble designada de *Business Center – HCE* é uma ferramenta que potencia o trabalho em projeto e permite criar, de forma mais precisa e rápida, módulos 3D de estaleiros de grandes obras de construção civil, de vias de comunicação e ainda trabalhos marítimos. Esta aplicação permite trabalhar dados iniciais de estudos geológicos em profundidade e de levantamentos topográficos até à conclusão da obra em si, cobrindo desta forma todas as etapas do ciclo da obra. Ao trabalhar na metodologia *BIM*, é possível, ainda na fase de preparação e execução de projetos, trabalhar toda a informação pormenorizada referente a todos os elementos construtivos e a sua interligação em obra. Na figura abaixo, é apresentado o aspeto inicial da aplicação. [37]

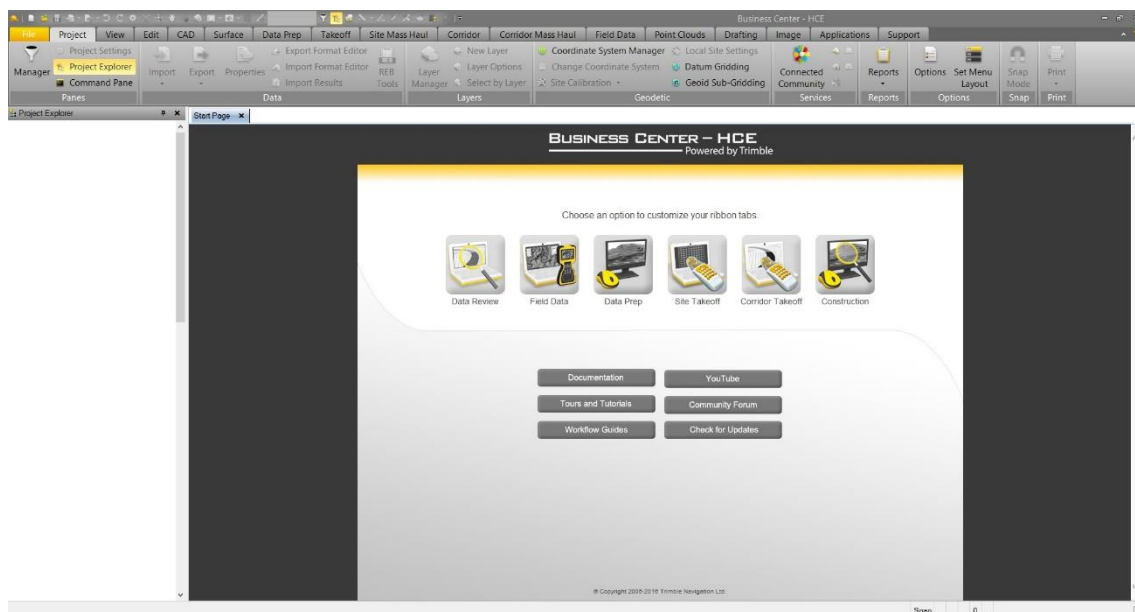


Fig. 34 Aspeto inicial Business Center – HCE

Em termos de características específicas e vantagens, pode-se destacar o seguinte:

- **Redução de Tempo de Gestão de Informação:** é possível reduzir o tempo gasto entre o trabalho executado em ambiente de escritório e trabalho no terreno, conseguindo desta forma agilizar mais rapidamente e de forma mais eficiente. De referir que esta aplicação possibilita

gerir a informação entre o *backoffice*, o *software* de controlo *Trimble SCS900 Site Controller* e a maquinaria de controlo à distância em obra, reduzindo a taxa de erros e acidentes e obra. [37]

- **Redução de Trabalhos de Correção de Erros:** é possível gerir a toda a informação referente às várias fases do projeto de forma mais rápida, eficiente e mais integrada, sem que surjam incongruências habituais dos projetos tradicionais e que obrigam normalmente a executar reformulações no trabalho executado. Permite ainda que se selecione, crie, edite e elabore dados criando relatórios e gráficos de resultados ágeis e de fácil compreensão e possibilitando diversos formatos para esses resultados pretendidos. [37]
- **Maior Capacidade Sucesso em Propostas:** tendo em consideração as características referidas anteriormente, é possível preparar orçamentos e propostas com menor margem de incerteza nos preços apresentados e, com isso, tornar a proposta mais vantajosa e competitiva que se traduz na possibilidade de angariar mais obras e projetos e aumentar capacidade produtiva e lucros das empresas utilizadoras desta aplicação. [37]

O *Business Center- HCE* comporta diversos módulos de trabalho que permitem executar, cada um, diversas diferentes tarefas e que podem ser adquiridos em separado para o fim desejado, mas que partilham alguns comandos de trabalho. Esta aplicação da Trimble pode ainda ser utilizada para obras de construção civil bem como para obras de carácter marítimo. De seguida será apresentada uma descrição de cada um dos módulos de trabalho disponíveis da aplicação *Business Center - HCE*.

5.1.1 Field Data Management

Este módulo de trabalho permite que o trabalho de recolha de dados de campo de obra seja mais rápido e eficazmente executado e o posterior tratamento de todas as informações recolhidas seja igualmente executado. Permite ainda que o fluxo de trabalho e a comunicação seja praticamente contínuo entre o estaleiro de obra e o *backoffice*. Entre as mais diversas particularidades, pode-se destacar:

- Capacidade de suporte dos mais diversos suportes de importação e/ou exportação digital;
- Compatibilidade com equipamento de campo de recolha e gestão de informação topográfica nomeadamente *Trimble SCS900 Site Controller Software*, *Trimble GCS900 and Cat® AccuGrade™ Grade Control Systems*, and *Trimble PCS900 Paving Control System*;
- Capacidade de transferência de dados para aplicação *Trimble VisionLink* de forma fácil, rápida e que permite monitorização, análise e reprodução de relatórios acerca do terreno em estudo;
- Permite a criação de modelos digitais de implantação de redes rodoviárias e ferroviárias;
- Criação e processamento de dados para posterior modelação;
- Possibilidade de visualização de diversas perspetivas das informações recolhidas em planta, em cortes, perfis e 3D;
- Possibilidade de gestão em *cloud* de todo o trabalho.

Com este módulo de trabalho, é, portanto, possível recolher e processar toda a informação do terreno onde irá ser construída uma linha ferroviária, uma autoestrada, complexo industrial ou mesmo uma urbanização residencial. [37]

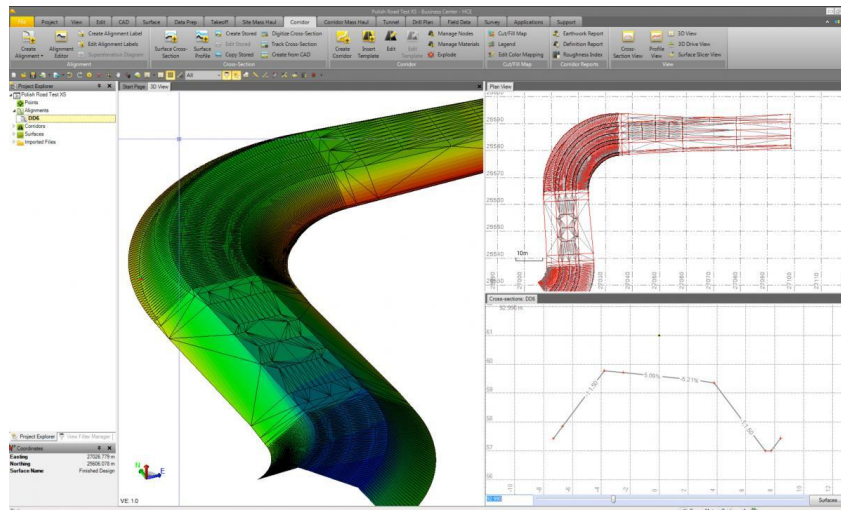


Fig. 35 Field Data Management [37]

5.1.2 Data Review

Este módulo de trabalho é mais limitado em termos de capacidade produtiva pois apenas permite executar uma revisão da informação retirada do estaleiro permitindo gerir toda a informação que chega de estaleiro e gerir todos os dados *GPS* relevantes que chegam do estaleiro. Com estes dados, esta aplicação permite criar, editar e elaborar dados bem como executar relatórios e gráficos que permitam retirar conclusões e publica-los nos diversos formatos possíveis. [37]

5.1.3 Data Prep

Este módulo de trabalho surge no seguimento dos dois anteriores em termos de linha de trabalho pois consegue moldar e editar toda a informação retirada em obra e coloca-la em formato digital com nível de pormenor desejado. Para que se consiga projetar de forma mais correta e eficiente possível, este módulo assume uma particular importância pois é responsável por criar um ficheiro digital (normalmente formato *DWG*) que serve de base de trabalho para as fases posteriores nos seguintes módulos e que contém todas as informações de terreno, topográficas e geológicas de superfície e profundidade acerca do terreno onde se situará a obra a executar. De seguida, enumeram-se algumas características específicas deste módulo de trabalho [37]:

- Consegue importar e “limpar” toda a informação *CAD* resultante de levantamentos topográficos e geológicos executados em campo de trabalho;
- Consegue utilizar ferramentas *CAD* para cortar, estender ou deslocar linhas de nível, cotas ou medidas importantes;
- Consegue elevar contornos, caminhos, linhas ou pontos através de poderosas ferramentas de elevação automáticas com alta eficiência;
- Consegue criar modelos de movimentação de terras para trabalhos de terraplanagem e classificar agregados;
- Consegue criar modelos de perfuração de túneis ou modelos de perfuração em profundidade;
- Consegue classificar e identificar e modelar com detalhe todas as superfícies com o intuito de criar um plano de terraplanagens e movimentação de terras;

- Consegue importar imagens em formato *raster* em diversos formatos ou mesmo arquivos vetoriais em formato *Adobe PDF*;

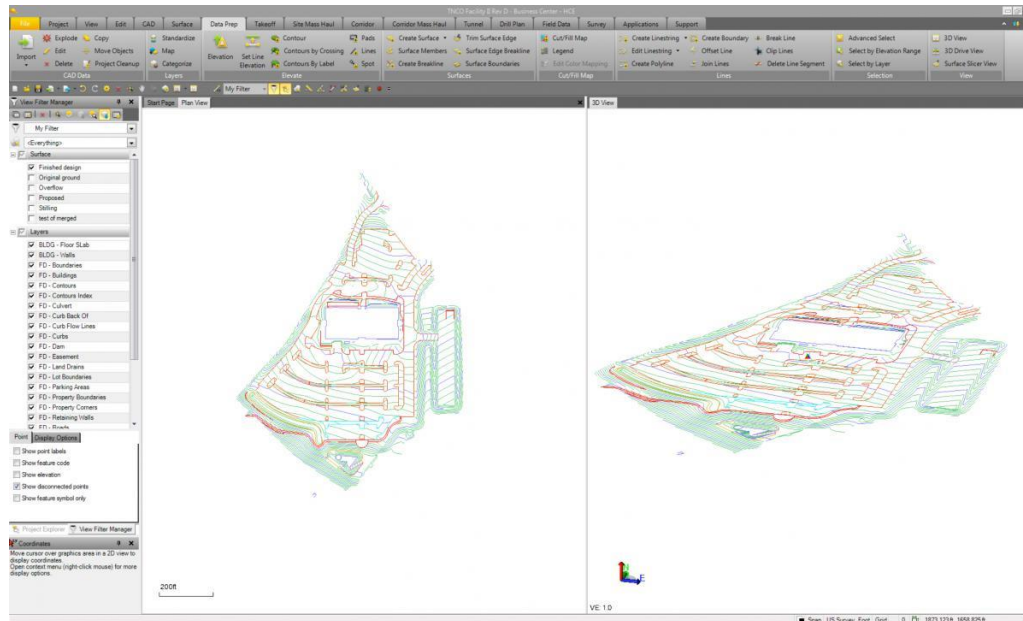


Fig. 36 Data Prep [37]

5.1.4 Site Takeoff

Este módulo de trabalho surge como um dos mais importantes senão mesmo o mais importante presente na aplicação *Business Center - HCE* isto porque consegue, com os ficheiros digitais que o módulo anterior gera, preparar e saber com exatidão as quantidades de terra que serão necessárias movimentar e para que zonas, o tipo de agregado necessário e preços para todos os trabalhos de movimentação de terras através de quantificação de preços unitários para todas as tarefas envolvidas. Além disso, consegue ainda identificar e calcular as quantidades e preços para execução das redes de drenagem pluviais e residuais, picagens de cursos de água, pavimentação e fundações para as habitações para as urbanizações a criar. Basicamente, este módulo de trabalho consegue quantificar e apresentar preços para todos os trabalhos desde a fase primordial em que o terreno se encontra inalterado até à fase em que a obra está pronta a avançar com as superestruturas das habitações. [37]

Este módulo de trabalho principal apresenta três módulos de trabalho com complexidade variável consoante o tipo de trabalho que se pretenda executar nomeadamente:

- **Takeoff:** contém todas as aplicações de trabalho disponíveis;
- **Takeoff Intermediate:** consegue executar todas medições de áreas, comprimentos e contabilização de materiais incluindo as superfícies de terreno finalizadas e suas subcamadas;
- **Takeoff Basic:** apenas consegue executar medições de áreas, comprimentos e contabilização de materiais;

Entre as características e capacidade mais específicas, pode-se destacar o seguinte:

- Capacidade de criar uma biblioteca de materiais com todas as suas características e suas “melhorias”, isto é, todo um conjunto de informações e características complementares que são introduzidas a fim de se obter um resultado completamente detalhado a nível de preços/m², constituições e procedimento de trabalho;

- Capacidade de executar digitalizações a partir de imagens formato *raster* e digitalizações a partir de planos de papel;
- Capacidade de visualização de diversas imagens com funcionalidade de correspondência entre elas através de seus limites de borda;
- Capacidade de incutir melhoramentos do terreno de obra com movimentação de terras, com remoção de solo superficial e/ou substituição dos mesmos;
- Capacidade de usar dados de perfuração para construção de modelos de estratos subterrâneos com seus materiais e volumes associados;
- Capacidade de gestão eficiente de necessidades de volumes de aterro e escavação e criação de zonas de interesses para qualquer um dos efeitos;
- Capacidade de criação de relatórios que incluam toda a informação acerca de volumes, comprimentos e contagens de materiais e seus custos respectivos;
- Capacidade de estimar custos de perfuração e empilhamento de materiais;
- Capacidade de definição de zonas de transporte, rotas de transporte e custos do mesmo;
- Capacidade de calculo de custo de transporte de material de empréstimo para a obra;
- Capacidade de trabalho em diversos formatos digitais e publicação dos resultados nos mesmo diversos formatos;

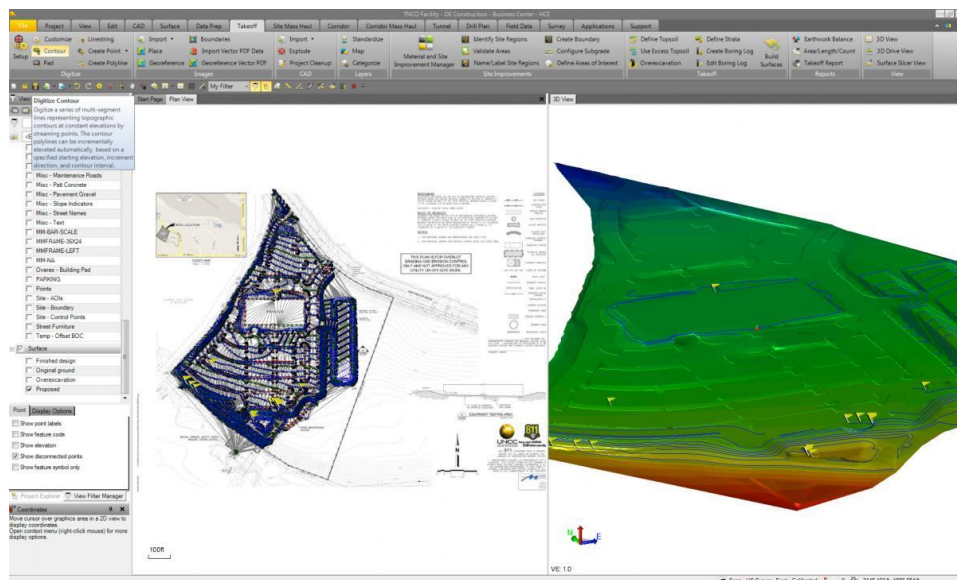


Fig. 37 Site Takeoff [37]

5.1.5 Road Takeoff

Este módulo de trabalho é semelhante em termos de capacidade de trabalho ao módulo referido anteriormente pelo que se consegue executar muitas das operações que, neste caso, aplicam-se a obras de estradas. Com este módulo de trabalho, consegue-se projetar em formato digital todo o projeto pormenorizado de uma estrada que pretenda construir, com a capacidade de converter secções transversais *CAD*, extrair rapidamente informações dessa mesma secção em estudo e recolher toda a informação referente a locais por onde passa com materiais, quantidades e custos associados. [37]

Em termos de capacidade mais específicas, é possível referir o seguinte:

- Capacidade de digitalização de desenhos em papel de secção transversais ou mesmo a partir de imagens em formato *raster* ou vetorial;

- Capacidade de conversão de secções transversais em modelos 3D de forma rápida;
- Capacidade de armazenamento de objetos de secções transversais em associação com objetos do alinhamento;
- Capacidade de mapear todo o solo original, o plano final da obra acabada e todas as subcamadas inerentes à construção de via de comunicação;
- Capacidade de extração de superfícies particulares que se pretenda estudar do modelo global mais complexo;
- Capacidade de gerar relatórios sobre as terraplanagens a executar para chegar ao acabamento final;
- Capacidade de importação e/ou exportação dos mais diversos formatos de imagens;
- Capacidade de execução de análise pormenorizada sobre movimentos de terras a executar;
- Capacidade de encontrar melhores soluções para situações de necessidade empréstimos de terra e/ou transporte de terras excessivas a vazadouro melhor localizado;
- Capacidade de visualização gráfica e geográfica de melhores zonas para colocação de empilhamentos de terras de empréstimos, excessos de terras e caminhos de obra;
- Capacidade de colocação e barreiras para definição de principais caminhos de obra para melhoria de eficiência de circulação de maquinaria em obra;
- Capacidade de análise de custos e volumes necessários para empréstimos e/ou excessos de terras;
- Capacidade de definição de melhor estratégia de intervalos de transporte de material dentro de obra;
- Capacidade de conceção de projeto de túneis e perfurações necessárias a executar;
- Capacidade de transferir projeto integral de túnel e/ou perfuração para maquinaria controlada via *GPS* da Trimble (nomeadamente com sistema *software* de controlo e gestão de maquinaria SCS900) para trabalho autónomo;
- Capacidade de armazenamento de trabalho em *cloud*;

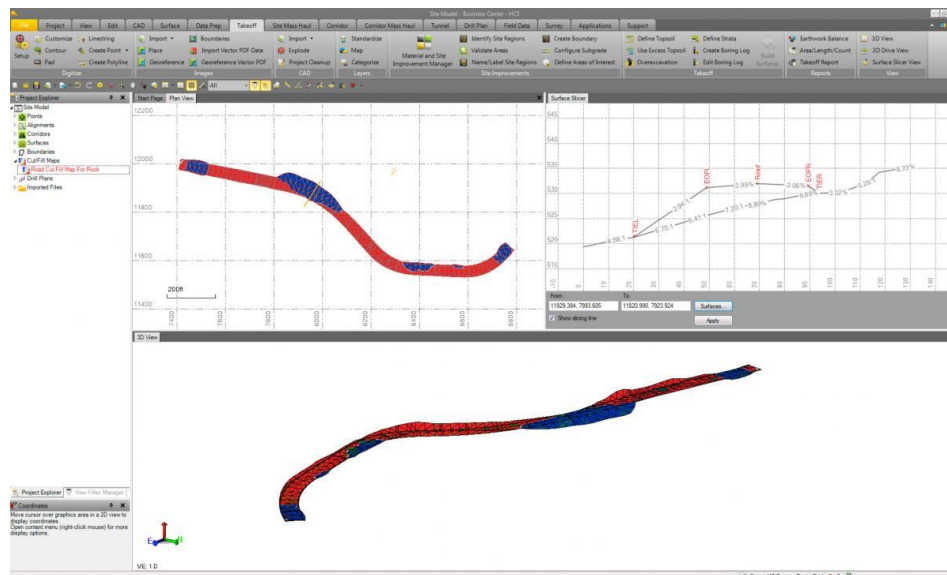


Fig. 38 Road Takeoff [37]

5.1.6 Marine Construction

A aplicação *software Business Center - HCE* apresenta um módulo de trabalho associado a trabalho de índole marítima que apresenta potencialidades nas seguintes aplicações:

- Levantamentos Hidrográficos;
- Levantamentos em profundidade para estudos de dragagens;
- Gestão de dados de faixa larga multi-laser;
- Projetos de construções marítimas e terrestre;

Em termos de características específicas de trabalho, pode-se referir o seguinte:

- Capacidade de gestão em *cloud* de pontos marinhos para verificação de potenciais erros no conjunto de dados;
- Capacidade de visualização 3D de topografia marinha e terrestre para validação de projeto a executar;
- Capacidade de importação de pacotes de dados marítimos de terceiros;
- Capacidade de combinação de dados terrestre com dados marítimos para verificação de potenciais incongruências;
- Capacidade de traçar contornos e secções transversais;
- Capacidade de execução de projetos de canais de diversas complexidades;
- Capacidade de avaliação de melhor traçado para canais a construir;
- Capacidade de determinação de volumes exatos a dragar e criação de relatórios pormenorizados;
- Capacidade de acompanhamento de todas as tarefas de trabalhos marítimos;

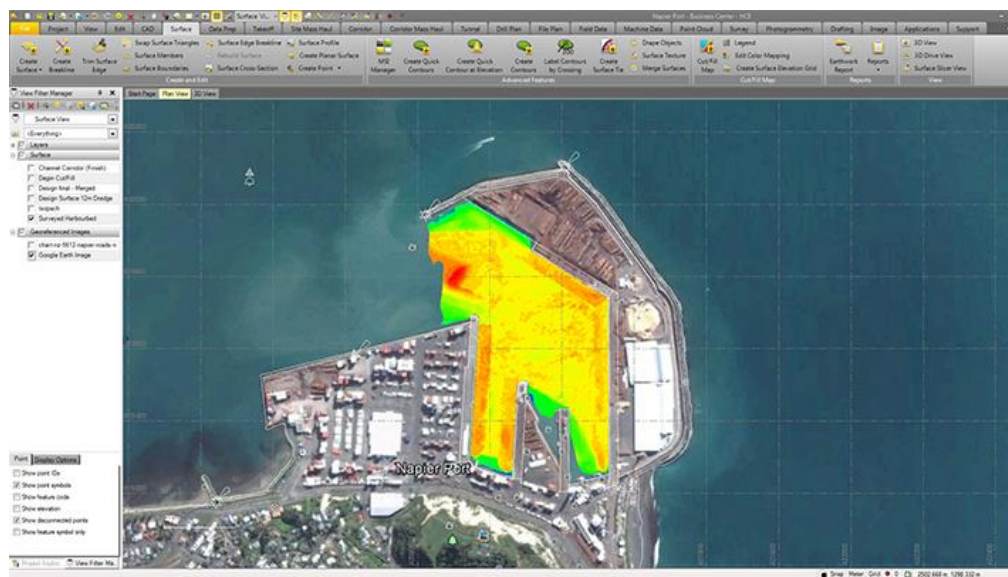


Fig. 39 Marine Construction [37]

5.2 Sitech Iberia: Representante Ibérico Trimble

A empresa *Sitech Iberia*, sediada em Calle Bronce número 29 – Arganda del Rey (Madrid), foi a empresa contactada para saber mais sobre os produtos Trimble após contactos infrutíferos com empresas portuguesas que apenas representavam poucos produtos apenas ligados às áreas de topográfica. Esta empresa espanhola é a representante para a península ibérica de variados produtos oficiais Trimble nomeadamente:

- **Equipamentos de Controlo e Guia de Maquinaria**
 - Motoniveladoras;
 - Bulldozer;
 - Escavadoras;
 - Máquinas compactas;
 - Compactadores;
 - Fresadoras;
 - Carregadoras de Rodas;
 - Máquinas Perfuradoras;
- **Sistemas de Pesagem**
 - Máquinas Carregadoras;
 - Escavadoras;
 - Cintas Transportadoras;
 - Camiões Rígidos;
- **Equipamentos Topográficos**
 - Recetores GNSS;
 - Antenas GNSS;
 - Estações Totais;
 - Controladoras;
 - Níveis Laser;
 - Radio Modem;
- **Software**
 - **Business Center – HCE;**
 - VisionLink;
 - Connected Community;
 - Quantm;

Esta empresa, conforme autorizado pela Trimble, tem ainda um centro de serviços nas suas instalações em onde possui os mais modernos equipamentos para efetuar reparações e calibração de equipamentos Trimble que vende. Este centro cumpre todas as normas exigidas pela marca. No laboratório, onde fazem as reparações, temos osciloscópios, fontes de alimentação, colimadores e todos os tipos de ferramentas proprietárias necessárias para a reparação de equipamentos de alta tecnologia da *Trimble*. Estes elementos permitem reparar e calibrar a partir de equipamentos de topografia para guiar a máquina com os mais altos padrões de qualidade. Fazem também apoio nas instalações de clientes com atenção a qualquer equipamento de orientação ou pesagem instalado em qualquer máquina necessária e em qualquer ponto de Espanha e Portugal. [38]



Fig. 40 Sitech Iberia [38]

5.2.1 Reuniões de Trabalho

Após contactos iniciais via email com o Eng.º Enrique, responsável coordenador de novos clientes da empresa, foi possível agendar uma reunião introdutória na sede da *Sitech Iberia* que viria a acontecer dia 15 de março de 2017. De referir que, já na troca de emails inicial que antecedeu esta reunião, foi solicitado que referissem quais seriam as soluções/aplicações mais inseridas nas áreas de gestão/direção de obra disponíveis para estudo e simulação.

Nesta primeira reunião introdutória em Madrid em 15 de março, foi feita inicialmente uma visita guiada às instalações pelo Eng.º Enrique na qual também explicou quais os objetivos e serviços que a sua empresa que tinha no mercado ibérico. Após entender melhor o propósito deste trabalho de investigação, foi apresentado o Eng.º Javier Cañadas Martinez que ficou responsável por coordenar todo o trabalho de investigação. Chega-se à conclusão que seria melhor estudar a aplicação *software Business Center – HCE* nomeadamente o seu módulo de trabalho *Site Takeoff*. De referir que nesta reunião apenas foram falados estes temas sem que nenhuma licença ou mesmo o *software* fosse fornecido pois o trabalho de investigação ainda estava a decorrer.

Em 5 de abril de 2017, o Eng.º Javier recebeu autorização da Trimble para fornecimento de uma licença experimental de 30 dias para simular o *Business Center – HCE*. No dia 12 de abril ocorreu a segunda reunião de trabalho em Madrid na qual se solucionou alguns problemas com a instalação da aplicação e introdução do código da licença tendo tudo ficado solucionado. Além disso, foi fornecido o ficheiro em formato *DWG* de um projeto piloto de uma urbanização nos Estados Unidos da América que a *Sitech* fornece como exemplo tutorial a nível europeu para simular na aplicação e um tutorial escrito para facilitar o trabalho e processo de adaptação. A partir daí, a simulação foi executada com alguns problemas normais em qualquer processo experimental.

No dia 8 de maio de 2017, ocorreu uma troca de emails para saber informações acerca dos procedimentos a adotar por uma PME para aquisição desta aplicação, quais os preços praticados, períodos de formação, renovações de licença, entre outros parâmetros que serão abordados mais à frente neste trabalho.

No dia 19 de maio de 2017 ocorreu a última reunião de trabalho a fim de tentar perceber e resolver alguns problemas técnicos que surgiram após simular diversas vezes e ainda para discutir mais alguns pormenores pessoalmente acerca das vantagens e desvantagens deste produto Trimble.

Em nota final, referir o grande profissionalismo e cortesia que sempre esteve presente em todas as conversações e reuniões com esta empresa.



Fig. 41 Sede da Sitech Iberia

5.3 Simulação de Projeto com *Business Center – Site Takeoff*

Após o *download* do *software* através de uma plataforma *web* disponibilizada pela Sitech, foi necessário introduzir o código da licença experimental do módulo avançado de trabalho *Site Takeoff* a fim de ter todas as funcionalidades disponíveis para simulação num período de 30 dias. Posto isto, procede-se à análise do tutorial também fornecido pela empresa acerca do módulo de trabalho em questão em que é perceptível que seriam necessárias as seguintes principais etapas:

1. Categorizar as todas as *layers* existentes no ficheiro inicial *DWG*;
2. Criação de Biblioteca de Materiais e Melhorias de Estaleiro;
3. Aplicação de Melhorias de Estaleiro ao Projeto;
4. Identificação e Delimitação de Regiões de Estaleiro;
5. Definição de Estratos e Pontos de Água;
6. Definição de Superfície de Extração de Solo de Superfície;
7. Recolocação de Solo de Superfície de Topo;
8. Categorizar todas as Redes de Drenagem Residuais e Fluviais;
9. Exportação de Relatório Completo;
10. Identificar com Nomes as Diversas Regiões do Estaleiro;

A primeira etapa de trabalho reveste-se de elevada importância dado que qualquer erro na introdução de dados ou seleção/categorização errada das *layers* leva a resultados errados e que podem induzir em erros crassos aquando de execução. Esta chamada de atenção surge pois foi um dos erros cometidos nas simulações. Ao nível da categorização das *layers*, destaca-se o trabalho de categorização nas *layers* do terreno original, terreno finalizado e as utilidades (redes de drenagem pluvial e residual, sarjetas e pontos de acesso). Finalizadas estas tarefas, é possível visualizar em 3D já as superfícies definidas.

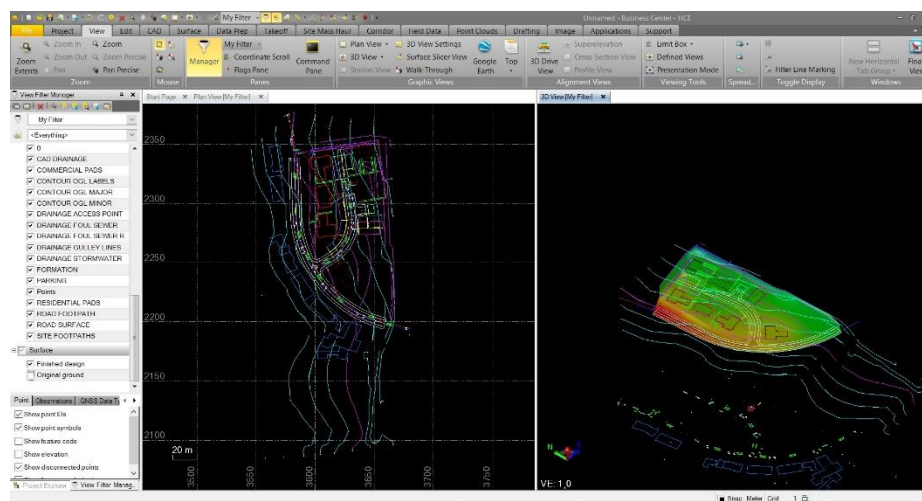


Fig. 42 Visualização 3D de Superfícies Categorizadas

Na segunda etapa de trabalho, o trabalho gira em torno da criação de uma biblioteca de materiais utilizados ao longo da simulação e ainda dos melhoramentos que serão conectados a cada um dos materiais. Inicialmente, procede-se à criação dos materiais constituintes dos estratos de terra a trabalhar. De seguida, cria-se nova categoria de material a que se dá o nome de pavimentos na qual se cria e especifica todos os diversos tipos de pavimentos que serão utilizados e, após a criação de todos os pavimentos, cria-se “melhorias” para cada um deles nos quais se especifica como se procede à medição, espessuras a utilizar e preços unitários para trabalhos (decapagem, instalação do pavimento, entre

outros) relacionados com os mesmos. Estando os pavimentos executados, é vez de passar à criação de biblioteca de materiais e posteriormente as melhorias ligadas às redes de drenagem e todos os acessórios (sarjetas, pontos de acesso) em que se especifica unidades de medição, quantidades e preços unitários para diversos trabalhos. Para finalizar esta tarefa, é feita a criação do material de cobertura do solo com relvado e sua melhoria associada.

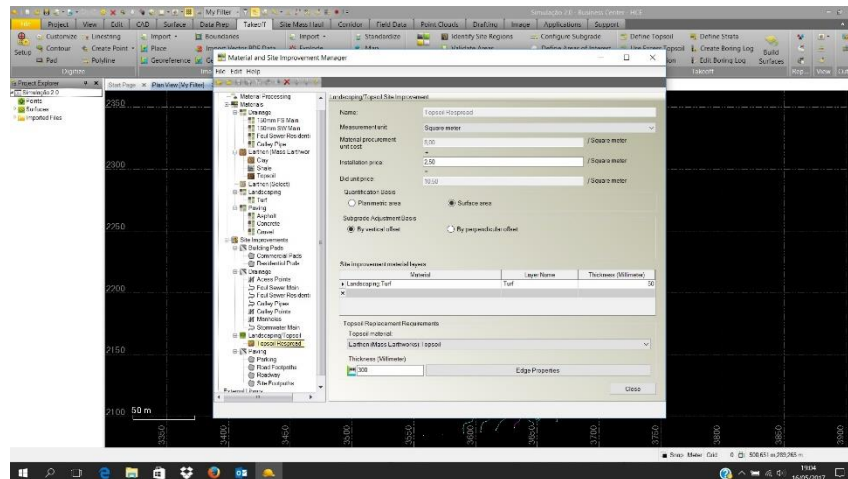


Fig. 43 Criação de Layers e Melhorias

Na terceira etapa de trabalho é altura de aplicar as melhorias criadas aos *layers* correspondentes para que o projeto fique atualizado e, desta forma, seja possível visualizar todo o projeto já completo. Este processo de associação das melhorias não oferece grandes dificuldades, porém convém ter atenção a alguns pormenores como o fato de apenas se conseguir associar uma melhoria de cada vez.

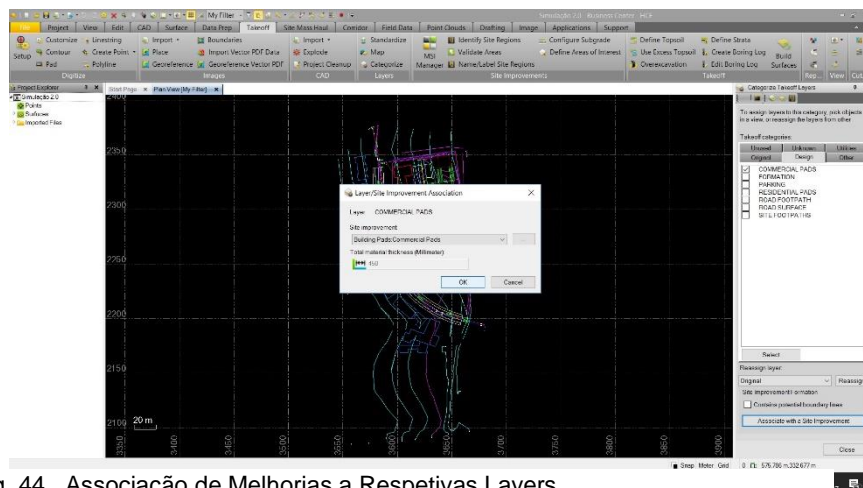


Fig. 44 Associação de Melhorias a Respetivas Layers

Na quarta etapa de trabalho procede-se à identificação e delimitação de todas as regiões do estaleiro de obra de acordo com as *layers* previamente criadas. Mais uma vez este processo requer uma atenção especial aos passos executados pois um erro pode resultar em resultados finais completamente irreais por vezes. Neste caso, identifica-se todos os pavimentos existentes.

Na quinta etapa de trabalho procede-se à definição dos diversos estratos que existem fisicamente e, posteriormente, ainda se define posição de pontos de captação de água. Na definição de estratos, apenas é necessário definir o número de estratos, especificar de entre os materiais previamente criados e suas

espessuras e ordem. Na definição do posicionamento dos pontos de captação de água, o processo resume-se a dar um nome, escolher a *layer* onde se insere o mesmo, localização com coordenadas de longitude e latitude e cota de elevação.

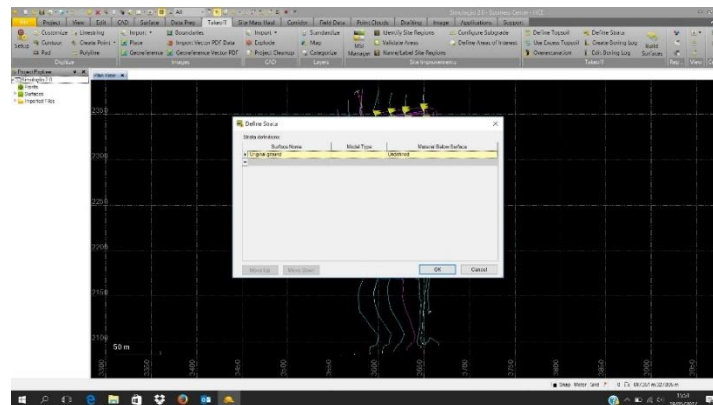


Fig. 45 Definição de estratos

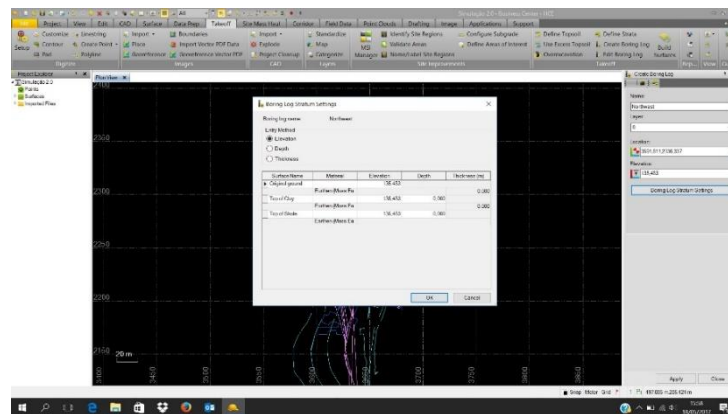


Fig. 46 Definição de Pontos Captação de Água

Na sexta etapa de trabalho é necessário proceder à definição da superfície de extração do solo de superfície. Em termos de operações a realizar, pode-se destacar que a superfície pode ser definida de duas formas distintas: a primeira consiste em escavar apenas o estrato mais superficial na profundidade pretendida e a outra consiste em definir e aplicar uma espessura de terreno a escavar apenas. De referir que ainda é necessário definir também os limites (comprimento e largura) onde é necessário executar escavação e para esta tarefa é imperativo definir uma nova superfície que delimita toda a superfície de escavação.

Na sétima etapa de trabalho consiste em voltar a colocar terras a fim de definir a superfície de topo pretendida no projeto. De notar que após todo o processo executado, a aplicação dá-nos toda a informação sobre a terra colocada e sua constituição, área intervencionada e mesmo a área de relva (um dos tipos de acabamentos superficiais) a colocar. Os diversos tipos de acabamentos apresentam diferentes cores para melhor e mais fácil visualização.

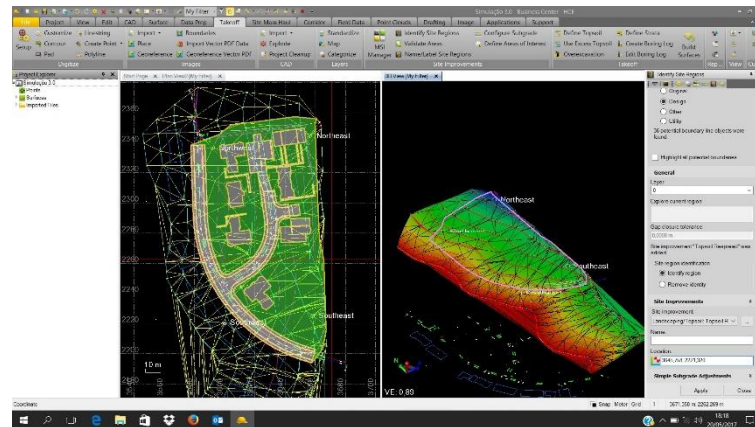


Fig. 47 Camada Superficial de Topo

A oitava etapa de trabalho consiste em categorizar e associar também os melhoramentos às *layers* das redes de drenagem pluvial e residual e respectivos acessórios. Inicialmente isola-se as redes de drenagem pluvial e residual, tal como identificado na figura abaixo, e onde também está presente os pontos de acesso às mesmas redes.

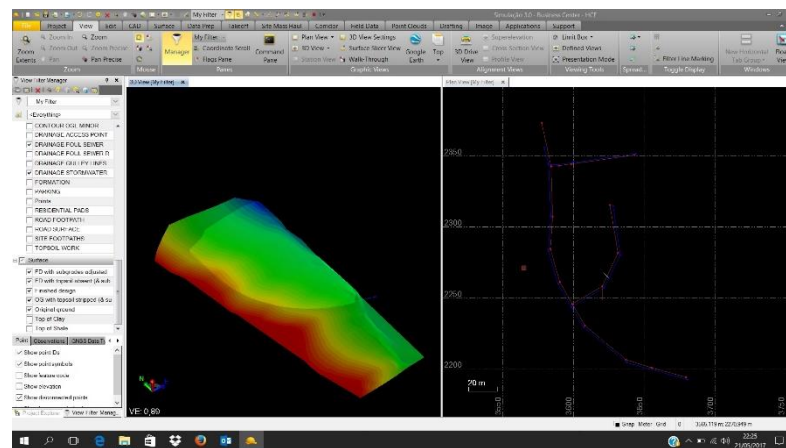


Fig. 48 Rede Drenagem Pluvial e Residual isolada

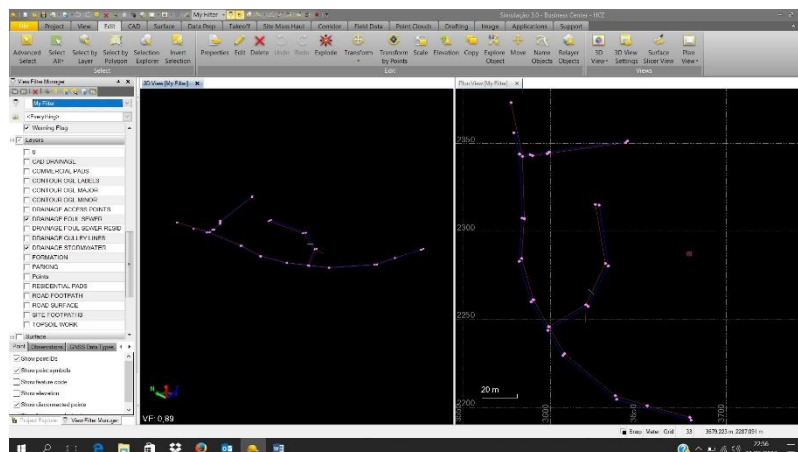


Fig. 49 Rede de Pontos de Acesso Às Redes

Após todos estas etapas estarem executadas com sucesso e sem erros a assinalar, surge o momento de mandar criar o relatório de resultados. Para o fazer, basta seleccionar a opção “Takeoff Report” onde

surgem algumas opções a tomar e, no final, dá a opção do formato desejado para o documento. A última etapa de trabalho serve para melhor identificação de todas as zonas do estaleiro já que se consegue nomear e colocar em projeto toda a informação desejada.

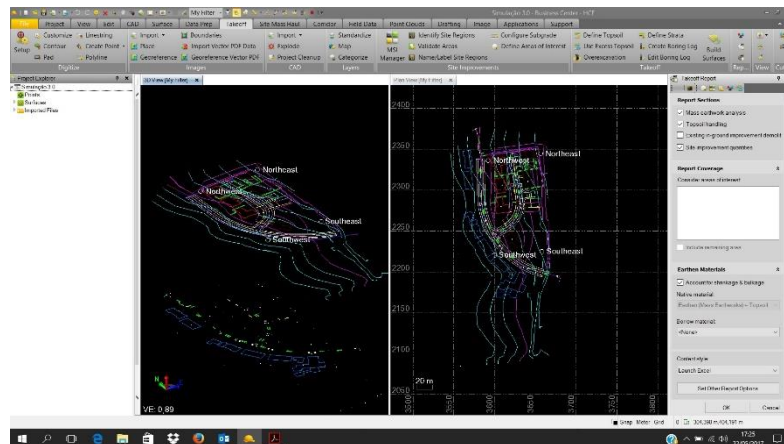


Fig. 50 Pedido de Criação de Relatório

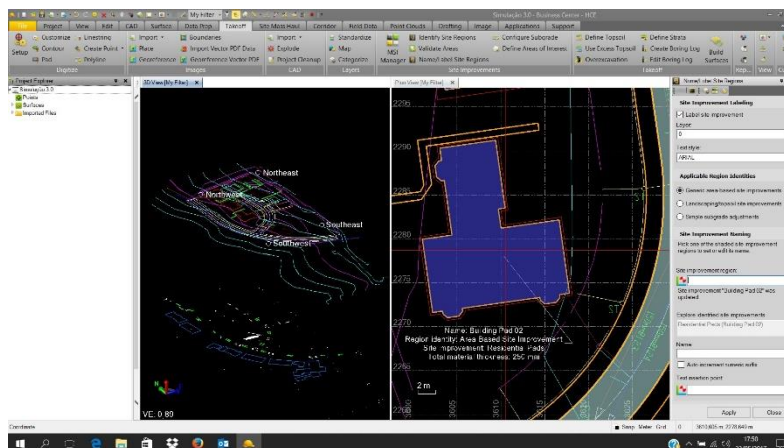


Fig. 51 Colocação de informação em diferentes zonas

No relatório que é exportado, em formato preferencial *excel*, é apresentada informação nos seguintes campos:

- **Análise de Movimentação de Terras:** neste campo é apresentada toda a informação sobre todo o material escavado até chegar formato final desejado, apresenta as quantidades de material retirado, quantidade necessária para aterro, disponível em estaleiro e necessária pedir em empréstimo. Inclui ainda a capacidade de determinar a percentagem de perda de terras ao longo do processo, mas nada refere em relação à gestão da camada de superfície de topo;
- **Gestão de Superfície de Topo:** aqui são apresentadas todas as informações referentes à gestão de movimentação de terras para definição de superfície de topo com quantidades necessárias, contribuição de material existente em estaleiro e necessária pedir em estaleiro.
- **Áreas:** são apresentados todos os detalhes de áreas, volumes, espessuras, tipo de material e preços unitários para todas *layers* e melhoramentos associados, apresentando, no final, o preço final de orçamento para execução de trabalhos associados para realização de cada *layer*.

- **Comprimentos:** aqui são apresentadas todas as informações sobre os comprimentos, preços unitários e finais de orçamento necessários de condutas para as redes de drenagem pluvial e residual;
- **Contagem:** são apresentadas todas as informações sobre unidades necessárias, preços unitários e finais de orçamento para elementos de acessórios como pontos de acesso e sarjetas.
- **Orçamento Final Detalhado:** apresentado o orçamento final detalhado total sumário que inclui todos os campos anteriormente falados.

Nota final para o fato de o tutorial completo utilizado, fornecido pela empresa ibérica, ser apresentado nos anexos deste trabalho de investigação bem como o relatório final extraído aquando da simulação também ser apresentado nos anexos.

5.4 Análise SWOT do *Business Center – HCE*

Após todo o trabalho de aprendizagem e simulação na aplicação informática, surge a necessidade de avaliar de forma mais meticulosa e aprofundada quais os reais **pontos fortes e pontos fracos** do *Business Center* e quais as reais **oportunidades e ameaças** à sua implementação por parte das PME's do setor português. De referir ainda que a análise será feita à aplicação *Business Center* geral e não apenas ao módulo de trabalho simulado dado que o módulo simulado é, de longe, o mais completo e mais trabalhoso pelo que se podem extrapolar as conclusões particulares deste módulo de trabalho para a aplicação no geral.

Um fato a ter em conta de elevada importância tem a ver com a capacidade financeira e capacidade tecnológica da mão-de-obra que as PME's possuem. As PME's apresentam, muitas vezes, quadros de pessoal bastante reduzidos em que a polivalência é impreterivelmente a palavra de ordem a fim de se tentar obter o máximo rendimento possível dos recursos disponíveis e tornar a empresa o mais competitiva possível. Neste quadro de pressão constante para resultados eficientes, a capacidade de inovação e/ou utilização de novos recursos fica reduzida. Com a seguinte análise *SWOT*, o objetivo passa por tentar demonstrar se pormenores como preço do produto, requisitos tecnológicos e o tempo de formação tornam-se entraves ao desenvolvimento de trabalho e crescimento e à implementação de soluções Trimble como o *Business Center – HCE* no seio das PME's portuguesas do setor AEC. Apenas como dado final, o fator tempo assume uma importância enorme, mais até muitas vezes que a capacidade financeira, no contexto competitivo das PME's portuguesas e no sucesso das mesmas.

5.4.1 Pontos Fortes e Pontos Fracos

Iniciando esta análise pelos **pontos fortes**, é possível destacar as seguintes características:

- Uma PME portuguesa que queira utilizar o *software Business Center - HCE* pode fazê-lo desde que compre uma licença. Tendo em consideração que existem 6 módulos de trabalho diferentes, a empresa tem a liberdade de escolher comprar apenas uma licença de determinado módulo ou licença para diversos módulos de trabalho que mais interessarem ou mesmo adquirir conjuntos que a *Sitech Iberia* possui e vende usualmente.
- Os preços de venda praticados pela empresa representante da Trimble na península ibérica são outro ponto forte dado serem preços convidativos para a realidade das PME's portuguesas. O preço de módulo de trabalho *Site Takeoff* simulado é de 3420 + IVA à taxa legal no caso da instalação ser em rede e 2880€ + IVA à taxa legal no caso de ser em Pen USAB HASP enquanto

que os preços de conjuntos disponíveis são de 14.850,00€ + IVA à taxa legal para o conjunto mais completo que inclui todos os módulos de trabalho e de 6.545,00€ + IVA à taxa legal para o conjunto que inclui todos à exceção do *Road Takeoff*, *Marine Construction* e outros sub-módulos de trabalho. Estes valores são capazes de ser amortizados e rentabilizados pelas PME's quando comparados com os preços *softwares* concorrentes no mercado. Nota final para o fato de estes preços serem de conjuntura atual e passíveis de alteração a qualquer instante por parte do fornecedor e/ou de uma PME concorrente forte que consiga melhores preços.

- A licença paga pelo módulo de trabalho pretendido ou pelos conjuntos anteriormente referidos que as PME's pretendam é vitalícia, isto é, a empresa ao comprar uma licença fica com ela indefinidamente, não tendo que pagar o mesmo tipo de valor anualmente. Apenas para ter acesso às atualizações das versões do *Business Center – HCE* terá que adquirir a chamada “garantia do programa”, se a empresa achar conveniente, com um preço anual de 730€ + IVA à taxa legal caso pretenda adquirir todos os anos as atualizações que vão surgindo ou, caso pretenda estar mais que dois anos sem receber atualizações e após esse período queira receber, o preço passa para os 1100€ + IVA à taxa legal. Nota final para o fato de estes preços serem de conjuntura atual e passíveis de alteração a qualquer instante por parte do fornecedor e/ou de uma PME concorrente forte que consiga melhores preços.
- O fato do *Business Center – HCE* possuir uma grande e diversa quantidade de módulos de trabalhos aquando da compra da licença constitui um ponto forte dado que para a PME é possível controlar diversas fases da obra nomeadamente levantamento de informações de campo e execução de projeto com os dados cartográficos, topográficos e geológicos levantados e gestão e otimização das tarefas de obra como as mais iniciais de abertura de valas, movimentações de terra, cálculo de otimização do fluxo e números de viagens da maquinaria de transporte de inertes dentro de estaleiro, execução das redes de drenagem pluvial e residual e implantação das habitações a construir com a abertura dos caboucos. Todas estas tarefas podem ser executadas e controladas com o *Business Center – HCE*
- A Trimble fornece, tal como foi fornecido para a simulação deste trabalho de investigação, exemplos com tutoriais explícitos para que o período de familiarização aos processos do *software* seja mais reduzido e tranquilo. Além disso, contém ainda um canal no *youtube* no qual coloca inúmeros vídeos onde exemplifica alguns dos passos mais difíceis e novos processos que vão surgindo.
- O *Business Center - HCE* pode ser utilizado para obras das mais diversas áreas, tamanhos ou dificuldade sem comprometer o bom desempenho e a grande eficiência de resultados. Esta vertente multifacetada deste produto Trimble é um forte atrativo para as PME's portuguesas que também vivem num contexto de obras multifacetado.

Vistos os pontos fortes, é possível encontrar também alguns poucos **pontos fracos** nomeadamente:

- A *Sitech Iberia* fornece um plano de formação específica aquando da aquisição de licenças de módulos de trabalho que tem um custo acrescido consideravelmente alto além do preço pago pelas licenças nomeadamente um preço que pode chegar aos 70€/h de formação específica e tendo em conta que o tempo de formação pode ser muito variável dependendo do caso. Caso a empresa necessitasse de formação específica na sua sede no Porto por exemplo, teria que incluir ainda o preço da deslocação de técnico o que poderia levar a que uma intervenção de formação específica ao domicílio possa chegar facilmente aos 600€. Este custo acrescido pela formação

constitui um entrave à possível aquisição por parte das PME's portuguesas já que, normalmente, planos de formação estão incluídos ou têm um custo mais reduzido.

- Esta aplicação *software* é bastante exigente no que toca aos recursos gráficos utilizados dos computadores pelo que obriga a que as PME's estejam equipadas com tecnologia com determinados pré-requisitos de desempenho o que se traduz num investimento maior por parte das empresas.
- Aquando da contabilização de demolição de estruturas pré-existentes, esta aplicação *software* tem algumas dificuldades em quantificar e orçamentar estes trabalhos de demolição e incluí-los no orçamento detalhado que é incluído no relatório final exportado pelo que este pormenor constitui um entrave a uma maior eficiência e orçamento mais competitivo;
- Os preços unitários que são colocados aquando da criação dos diversos melhoramentos e trabalhos associados nos diversos materiais, revestimentos e/ou redes de drenagem têm que ter em consideração todos os custos possíveis para que se consiga chegar aos preços unitários mais realistas possíveis. O problema é que por vezes existem algumas variáveis que são esquecidas e levam, em casos extremos, a valores de orçamentação completamente fora do intervalo de valores competitivos para as PME's conseguirem ganhar algumas obras.

5.4.2 Oportunidades e Ameaças

Existem fatores externos às próprias características específicas desta aplicação *software* que levam a que existam algumas oportunidades e ameaças que podem alavancar ou dificultar a implantação da solução Trimble em estudo.

No que toca a **oportunidades**, pode-se referir o seguinte:

- Foi dito por parte da *Sitech Iberia* que não existem pré-requisitos, obrigatoriedade de apresentação de alvarás ou mesmo números mínimo de quadro pessoal para conseguir obter o *Business Center – HCE* pelo que é de fácil obtenção as licenças para este produto Trimble;
- Com a crescente modernização, crescente eficiência no ciclo de vida das obras com as metodologias *BIM* e a crescente robotização do setor da AEC, o produto *Business Center – HCE* e mesmo outros produtos de maquinaria de controlo remoto por tecnologia *GPS* Trimble, que trabalham em conjunto com a aplicação *software* estudada, podem assumir um papel decisivo nesta nova faceta tecnológica do Mundo da Construção;
- No caso de um conjunto de PME's do setor da AEC se juntar e pedir licenças para este produto Trimble, o preço pode sofrer desconto significativo o que se revela uma vantagem competitiva para as empresas que apostem nos produtos Trimble.
- As fases de movimentação de terras podem apresentar fatores e/ou trabalhos extra que não são contabilizados em projeto. Como tal, esta aplicação inovadora da Trimble vem precisamente solucionar e quantificar de forma eficiente todos os trabalhos envolvidos nesta fase de obra pelo que existe aqui uma oportunidade que o *Business Center – HCE* pode perfeitamente aproveitar.
- Durante a fase de obra de movimentação de terras acontecem com frequência acidentes de trabalho envolvendo trabalhadores manobreadores de máquinas. Como o *Business Center – HCE* permite que os trabalhos sejam executados com controlo remoto de maquinaria, a taxa de acidentes em obra pode descer consideravelmente.

Em termos de **ameaças**, é possível referir o seguinte:

- O fato do *Business Center - HCE* ser uma aplicação muito utilizada nos Estados Unidos da América e pouco implementada na Europa pode levar a que as PME's portuguesas sintam desconfiança em apostar nas soluções da Trimble, dificultando a implementação das mesmas;
- A falta de publicidade desta e outras soluções da Trimble na sociedade civil, no mercado de trabalho do setor AEC e mesmo no meio académico leva a que haja constrangimentos também à implantação de todas as soluções Trimble no mercado ibérico;
- A grande quebra que foi registada na última década no setor da Construção e a lenta recuperação do mesmo setor leva a que as PME's vivam no constante ambiente de pressão para tentar ultrapassar um mercado extremamente difícil, com falta de reforço de investimento privado e público. Todas estas características levam a que muitos quadros dirigentes das PME's portuguesas não veja nestas soluções inovadoras uma solução, mas sim mais um fator de imprevisibilidade e demasiado tempo de formação para resultados que não trazem mais valias significativas pelo que não acreditam nestas soluções e as rejeitam.

5.5 Procedimentos para Implementação nas PME's do *Business Center - HCE*

Após verificar a análise executada, chega-se à conclusão que este produto Trimble apresenta vantagens e potencialidades evidentes que viabilizam que as PME's portuguesas o queiram adquirir e utilizar nas suas obras.

A partir do momento em que determinada PME tem a intenção de adquirir um produto Trimble, basta visitar o seu website conseguindo facilmente iniciar o processo de aquisição dos seus produtos. No website existe um campo onde qualquer empresa/profissional consegue pesquisar o fornecedor local mais próximo da sua sede de modo a entrar em contacto com o mesmo a fim de adquirir o produto Trimble pretendido. No caso das PME's portuguesas, caso queiram adquirir a aplicação *software Business Center*, apenas têm a *Sitech Iberia* na península ibérica como representante oficial. Nota final para o caso de as empresas pretenderem outros produtos que não sejam representados pela *Sitech Iberia* tal como é o caso da aplicação *software Tekla Civil* (cálculo estrutural), este produto pode ser adquirido em Portugal pelo representante oficial Trimble *Construsoft*, empresa sediada em Lisboa. Desta forma, a Trimble torna bastante simples o procedimento a seguir pelas PME's portuguesas a fim de adquirir o *Business Center - HCE* ou mesmo outros produtos Trimble dado que todas as informações acerca de quaisquer produtos estão facilmente acessíveis no seu website.

Todo o processo de aquisição deste produto *software* Trimble junto do seu representante oficial não apresenta grandes dificuldades. As dificuldades surgem na fase em que é necessário implementar a aplicação no seio de uma PME. O processo de implementação de um produto/aplicação inovadora é um percurso cheio de obstáculos complexos dado que envolve reorganização de metodologias de trabalho internas e novas perspetivas de interação entre os envolvidos em todo o ciclo de vida de uma obra. Em termos de condicionantes internas das PME's, é possível referir ainda que o tamanho de uma organização tem bastante preponderância na escolha de determinada estratégia sendo que pode constituir uma limitação para adotar determinada estratégia mais audaz. De um modo geral, é possível afirmar que quanto maior for determinada PME (em termos de faturação e/ou número de funcionários), maiores são as hipóteses de sucesso de implementação de uma aplicação inovadora e maior o investimento na inovação.

Outro fator que realmente condiciona a implementação de novas aplicações é a formação dos funcionários da empresa. É importante referir que, caso haja alguma formação específica de *software* minimamente semelhante produzido pela Trimble por parte dos funcionários, a implementação tem muito maior taxa de sucesso. O conhecimento e formação acerca do funcionamento do *Business Center-HCE* por parte dos órgãos superiores de gestão da empresa é fundamental a fim de estarem a par das principais vantagens que estas novas aplicações trazem e ainda para entenderem quais as mudanças de paradigma de trabalho que tais inovações irão implementar no funcionamento da PME. A fluidez e a limpidez na partilha das informações por todos os setores da organização (todos os engenheiros diretamente envolvidos no processo, gestores de topo, encarregados da empresa de construção, subcontratados das diversas especialidades e fornecedores) sobre como estas inovações operam é também crucial para a correta implementação das mesmas.

Para que haja sucesso na implementação de inovações, é necessário que se crie um modelo de procedimentos/etapas a executar que se podem incluir em diversas fases nomeadamente **fase de preparação, fase de implementação e fase de avaliação de resultados**.

Nota final ainda para o fato de este modelo de procedimentos que se irá desenvolver de seguida para implementação do *Business Center-HCE* com o módulo de trabalho *Site Takeoff* estudado, irá ser aplicado num projeto real, de investimento próprio da PME, de uma urbanização de moradias e/ou apartamentos designado “Flores do Ave” que se situa num terreno de desnível acentuado junto ao rio Ave com objetivo de no final se avaliar a necessidade/utilidade desta nova aplicação *software* e servindo este projeto como um projeto piloto em que se comparam as duas metodologias de trabalho. Todo este projeto piloto, desde fase de projeto, construção e venda, será da responsabilidade da PME concentrando em si todas as valências com subempreiteiros habituais.

5.5.1 Fase de Preparação

Esta fase reveste-se de enorme importância para o sucesso da correta implementação da nova aplicação em estudo sendo necessário avaliar todas as consequências dentro da orgânica da PME, avaliar as condicionantes ao nível da formação de pessoal, necessidades de meios tecnológicos capazes e correta definição de equipas de trabalho com seus objetivos a atingir, o treino específico da equipa escolhida em projetos de simulação com tutoriais fornecidos pela *Sitech Iberia* com todo o apoio a dúvidas e esclarecimentos. Ainda nota para a necessidade de compilar todos os passos e informação sobre o modo de funcionamento tradicional que a empresa adotava até então para abordar as fases de projeto e acompanhamento de obra de movimentação de terras e execução de infraestruturas básicas (saneamento, águas pluviais e captação de águas), deixando o projeto pronto a executar apenas as moradias e/ou apartamentos, em projetos semelhantes ao caso hipotético piloto em estudo.

Tendo tudo isto em consideração, é possível definir a seguinte lista de procedimentos a executar por parte de uma PME a fim de se preparar para a correta implementação deste produto Trimble:

- Reunião com todos os departamentos da empresa a fim de escolher equipa de trabalho que irá ficar encarregue do projeto piloto da urbanização “Flores do Ave” sendo que será criada equipa de 3 elementos no máximo (1 Engenheiro Civil Diretor de Obra e 2 Engenheiros Civis Projetistas) para executar o projeto com *Business Center*. No caso de se estar perante uma PME de dimensão considerável, é de todo o interesse criar uma equipa que irá trabalhar o mesmo projeto para as mesmas etapas de obra no método tradicional, de forma paralela na fase seguinte a fim de, na última fase, conseguir-se avaliar e tirar conclusões. Nota ainda para caso se esteja perante uma PME de menor dimensão e não ser possível ter

duas equipas diferentes a trabalhar simultaneamente no mesmo projeto, a solução passaria por fazer uma coletânea de informação sobre um projeto semelhante já executado e comparar de forma menos eficiente com o projeto piloto “Flores do Ave” executado pelo *Business Center - HCE* e/ou tentar executar primeiro segundo o método tradicional, que se executa de forma mais rápida, e no final executar pelo *Business Center – HCE* caso haja tempo para tal sendo todo este trabalho executado pela mesma equipa.

- Equipa de trabalho do *Business Center – HCE* ou pessoa responsável da empresa pela comunicação com fornecedores necessita de entrar em contacto com o Engº Javier Cañadas a fim de obter as licenças de trabalho para o *Site Takeoff* e conseguir um projeto de simulação com tutorial idêntico ao executado e estudado ao longo deste capítulo. Com isto, a equipa de trabalho poderá ter um treino prévio e formação sempre acompanhada com a ajuda da *Sitech Iberia* a fim de eliminar qualquer dúvida ou problema na simulação do programa. Este período de treino deverá rondar um mês de duração. Ao longo deste período de formação, é essencial que a equipa de trabalhado vá registando todas as dúvidas que surgiram, pontos fortes que encontraram, tempo necessário para simulação de projeto piloto, pontos a melhorar e principais diferenças de metodologia de trabalho encontradas. De referir que a gestão de toda a informação referente à implementação do produto Trimble está a cargo da equipa de trabalho formada.
- Com a formação que a equipa de trabalho obtém com o projeto de simulação e ajuda por parte da *Sitech Iberia*, é importante a equipa de trabalho definir claramente quais as etapas a executar e sua sequência/encadeamento para que, após iniciar projeto piloto, não hajam dúvidas sobre todos os procedimentos a seguir.
- Após este período de simulação de projeto, é suposto a equipa de trabalho estar já bem por dentro da orgânica de trabalho do *Business Center – HCE* e das suas potencialidades. Como tal, é agora necessário voltar a reunir com todos os departamentos da empresa incluindo gestores de topo a fim de apresentarem e explanarem um relatório onde apresentem todos os pontos referidos no fim do procedimento anterior para que toda a gente fique ao corrente do *Business Center – HCE*.
- Nesta mesma reunião, é ainda importante criar uma *checklist* de funcionalidades/caraterísticas, para se incluírem nos relatórios finais de avaliação aquando do estudo pormenorizado comparativo entre método tradicional e *Business Center - HCE*, a fim de verificar o que diferencia ambas as metodologias de trabalho e vantagens das inovações implementadas.
- Uma sessão de explicação/esclarecimentos acerca do “*Business Center – HCE*” com os intervenientes diretos no campo de trabalho nomeadamente encarregados de obra da empresa e/ou subcontratados e fornecedores é também importante a fim de explicar-se detalhadamente toda a orgânica de trabalho desta inovação e para os intervenientes diretos colocarem dúvidas pertinentes mais práticas com objetivo de diminuir ao máximo as dúvidas depois em obra.

5.5.2 Fase de Implementação

Após este mês de incubação no seio da empresa do *Business Center – HCE*, a equipa de trabalho encarregue da implementação da aplicação Trimble deverá estar a postos de, sem qualquer dúvida ou problema técnico de maior, arrancar com o projeto piloto da urbanização “Flores do Ave” ao mesmo tempo que a outra equipa de trabalho executa o mesmo projeto com método tradicional com o qual a PME sempre trabalhou até então. Tendo em conta a planificação já na executada pela equipa de trabalho na fase de preparação e definido o modo de gerir informação com subempreiteiros e fornecedores, é altura de passar à prática em contexto real com este projeto piloto. Como tal, é possível definir os seguintes procedimentos a seguir:

- Quer a equipa de trabalho do *Business Center*, quer a equipa de trabalho de método tradicional iniciam os trabalhos de fase de projeto simultaneamente, no caso das PME's de dimensão considerável. Nenhum elemento de uma equipa deve pedir informações ou comentar com outro elemento da outra equipa de trabalho a fim de garantir que não há interferências no decorrer dos trabalhos pelas duas diferentes metodologias.
- Tendo em consideração que a metodologia de trabalho do *Business Center – HCE* exige trabalhos de levantamento geológico em profundidade que possivelmente a metodologia tradicional não exige, é conveniente a equipa de trabalho estar em contato permanente com este subempreiteiro possivelmente não habitual para que os trabalhos se agilizem rapidamente e de forma correta a fim de se conseguir os dados necessários para a aplicação fazer os cálculos necessários de movimentação de terras.
- Tendo em consideração que o *Business Center – HCE* apenas permite, em fase de projeto, executar as fases iniciais de movimentação de terras e execução de infraestruturas básicas de drenagem pluvial e residual e captações de água deixando tudo pronto para projetar habitações, o trabalho da equipa deve aqui sofrer um pausa a fim de elaborarem relatório com tempo despendido para executarem projeto até esta fase, dificuldades encontradas, modelos 3D executados, quantidades de diversos tipos de material com necessidade serem movimentados e para que zonas e toda a tubagem para as redes de drenagem e todos seus acessórios. Com esta nova abordagem Trimble, é possível a equipa de trabalho exportar relatório com toda informação detalhada e orçamento para os trabalhos referidos. A equipa que executou pelo método tradicional também faz relatório com informação que conseguiu apurar relativamente às mesmas fases de projeto para posterior comparação.
- Após aprovação dos projetos, é altura de iniciar as obras precisamente pelas movimentações de terra. A equipa de trabalho Trimble não deverá ter problemas em avançar rapidamente pois tudo já foi revisto com subempreiteiro responsável por este trabalho e não relatório não deixa margem para grandes dúvidas enquanto que a equipa de trabalho tradicional irá iniciar trabalhos com possíveis surpresas. De referir que ambas as equipas de trabalho iniciam trabalhos simultaneamente em diferentes zonas de estaleiro de obra podendo até a equipa Trimble operar no terreno mais complicado a fim de testar ao máximo capacidades do programa.
- Todo o acompanhamento de obra nas duas fases referidas deverá ser feito pelas duas equipas de trabalho a fim de, na fase seguinte de avaliação, terem todos os dados disponíveis para compararem trabalho produzido pelo que é aconselhável irem preenchendo as *checklists* com os pontos essenciais no acompanhamento no terreno e do vão visualizando.
- Findado o trabalho das fases que o programa *Business Center – HCE* permite executar, é altura de equipas de trabalho recolherem aos seus escritórios e executarem relatórios mais completos possíveis com todas observações, informações sobre dinâmicas de trabalho e quantidades de trabalho faturado comparativamente aos trabalhos previstos em projeto.

5.5.3 Fase de Avaliação

Nesta fase pós-implementação, torna-se crucial avaliar as medidas tomadas a fim de perceber se os benefícios desta aplicação inovadora são tão óbvios e impulsionadores da produtividade como o previsto e esperado. Para tal, são sugeridos os seguintes procedimentos:

- Com os relatórios já executados, confrontação de trabalhos previstos com trabalhos executados e faturados e com a *checklists* preenchidas, é altura de marcar uma reunião geral com todos os departamentos da empresa incluindo os gestores de topo.
- Nessa reunião de trabalho geral, a equipa de trabalho Trimble irá explicar todos os desenvolvimentos do uso do *Business Center – HCE* desde a fase de projetos até à execução dos últimos trabalhos referindo todos os pormenores referentes a durações de trabalho, rapidez de solução de problemas, capacidade de quantificação eficiente de quantidades de trabalho a executar e assim projetos e orçamentos o mais precisos possíveis como também aspetos como modo de relacionamento com nova metodologia de trabalho por parte de subempreiteiros e fornecedores.
- Análise comparativa minuciosa de *checklists* executadas por ambas as equipas a fim de se perceber de forma quantitativa os reais benefícios da utilização da aplicação Trimble.
- Com a chegada a conclusões concretas na reunião de trabalho acerca do produto Trimble escolhido, é altura de avaliar se a utilização futura da aplicação é vantajosa a fim de perceber se vale a pena comprar as atualizações, quais os melhoramentos que a mesma necessita ao nível da gestão da informação e/ou do método de trabalho.
- Em caso de verificada a utilidade e aumento efetivo de produtividade e eficiência com o *Business Center – HCE*, é necessário que a equipa de trabalho execute planos de formação para restantes elementos da empresa que irão futuramente utilizar o mesmo.

Desta forma executa-se o chamado Ciclo da Qualidade em relação ao produto Trimble estudado em que primeiro prepara-se de forma detalhada com procedimentos a implementação da aplicação para logo após iniciar-se uma fase experimental e/ou de implementação em que se trabalha diretamente com aplicação e posteriormente existe uma fase autoavaliação em que se verifica se de fato é vantajoso utilizar solução inovadora.

Nota final ainda para o fato de no caso de na PME existir um departamento/equipa de Qualidade especializada em medir e avaliar a qualidade procedimentos, todo o processo de avaliação da implementação de soluções inovadores poder ser executado por tal departamento/equipa.

6

CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

6.1 Conclusões Gerais

Inicialmente foram definidos quatro objetivos para este trabalho que se centravam em saber quais os produtos existentes produzidos pela Trimble que poderiam beneficiar as PME's portuguesas do setor da AEC, escolher da lista de produtos Trimble os mais exequíveis para a realidade das PME's, simular a aplicação dos mesmos em contexto de obra e propor procedimentos para utilizações futuras dos produtos.

O primeiro objetivo surge da necessidade de procurar soluções que acompanhem o ritmo acelerado com que a indústria AEC tem evoluído ultimamente com os constantes avanços tecnológicos. A própria implementação das metodologias BIM na construção de novos projetos introduziu novos paradigmas de exigência em todo o ciclo de vida das obras especialmente na fase de projeto no qual todas as diferentes especialidades têm que ser plenamente compatibilizadas de forma a não existir incongruências de projeto que habitualmente se traduzem em atrasos e perdas de eficiência em obra. A crescente robotização e recurso ao trabalho tecnológico na construção levou ao surgimento de oferta nesse campo de grandes grupos empresariais como é o caso da Trimble. Esta empresa, que é um verdadeiro “tubarão” nos mercados onde opera, tem uma muito vasta oferta de soluções e produtos, não apenas para a construção como para diversas outras áreas de economia. Em termos de divulgação no mercado ibérico, foi constatado que ainda existe uma resistência e desconhecimento em relação aos produtos da Trimble pelo que deveria existir um maior esforço, possivelmente através dos parceiros oficiais, de ganho de cota de mercado com maior divulgação e criação de sinergias com empresas e/ou entidades académicas do setor. Na oferta de produtos/soluções de *software*, que eram os produtos que se pretendia estudar inicialmente, todas as soluções foram estudadas detalhadamente ao longo do Capítulo 4.

O segundo objetivo prendia-se com o fato de escolher, de entre todas as soluções *software*, a solução mais apropriada e exequível para o contexto das PME's portuguesas. É importante salientar a importância de enquadrar a exequibilidade das soluções Trimble para as PME's portuguesas dado que estas empresas viveram e vivem num contexto peculiar já amplamente detalhado anteriormente: clima de instabilidade e depressão económica cíclica ao longo da última década, alguns atrasos na implementação de novas metodologias de trabalho (caso do BIM), falta de legislação que obrigue a implementar com avanços tecnológicos que já vigoram noutros países europeus, mão-de-obra ainda pouco qualificada, um certo clima de desconfiança em relação a tecnologias/produtos inovadores como são o caso dos produtos da Trimble e ainda a falta de investimento privado e/ou público que projeta poucas obras de envergadura considerável para uso de soluções inovadoras. Todos estes fatores referidos refletem uma maneira de estar generalizada das PME's portuguesas que, por falta de tempo para

formação, falta de capacidade financeira, falta de conhecimento ou mesmo falta de meios tecnológicos não revêm nestes produtos inovadores vantagens competitivas que viabilize o investimento nos mesmos. No entanto, após um trabalho de análise e reuniões com um dos principais representantes ibéricos da Trimble, chegou-se à conclusão que algumas soluções eram apropriadas nomeadamente o software escolhido para estudo *Business Center – HCE* que revela uma polivalência no que toca à possibilidade de execução de projetos de diferentes tipos e envergaduras de construção.

Nenhuma solução *software* tem significado e relevância para o mercado sem testes de aplicação e demonstração. No terceiro objetivo, a intenção foi a de garantir experimentalmente que a solução escolhida para estudo era de fato exequível, de fácil compreensão de processos e que tinha algumas vantagens comparativamente com produtos já existentes. Para conseguir a simulação do programa, tal como referido ao longo do Capítulo 5, foram necessárias algumas reuniões em Madrid a fim de receber as licenças para os módulos de trabalho da aplicação e resolução de alguns problemas técnicos que foram surgindo ao longo do trabalho experimental de simulação. Ao longo do trabalho de simulação do módulo de trabalho *Site Takeoff*, foi notório que este produto *software* tem várias capacidades de trabalho nomeadamente a capacidade de criar um modelo 3D digital, com todas as informações topográficas e geológicas dos materiais constituintes dos vários estratos em profundidade, no qual consegue projetar todos os movimentos de terra a efetuar, quantificar precisamente quantidades de trabalho e ainda preços para os movimentos de terra e todas as redes de drenagem a efetuar num projeto de uma nova urbanização. O fato de se conseguir utilizar a solução para um projeto de uma urbanização enquadra-a logo na realidade de trabalho de uma PME e consegue ainda acabar com um dos capítulos que mais problemas originam numa obra: os trabalhos iniciais de movimentação de terra e implantação das infraestruturas pois, como por norma não existe um estudo minimamente aprofundado sobre o que se encontra em profundidade, existe sempre uma grande margem de erro nos materiais que se poderão encontrar. Ora, com o *Business Center* deixa de existir esse tipo de problemas e ainda existe um acréscimo de eficiência notório na contabilização de volumes, áreas e preços deste tipo de trabalhos referidos que dificilmente existiria com outras aplicações. Portanto, após toda a análise SWOT executada no Capítulo 5, é possível foi possível constatar que a solução estudada apresentar inúmeros pontos fortes e oportunidades comparativamente aos poucos pontos fracos e ameaças pelo que fica registado que o *Business Center – HCE* apresenta-se como uma solução inovadora com um grande potencial de trabalho e aumento de eficiência que pode ser aproveitado pelas PME's portuguesas mais astutas.

Após verificar a existência de soluções exequíveis para a realidade das PME's portuguesas e de ter constatado experimentalmente todas as vantagens e desvantagens do *Business Center – Site Takeoff*, surge a necessidade de criar procedimentos facilitadores para a implementação destas soluções no seio das empresas. O que foi constatado é que é bastante fácil encontrar todos os produtos Trimble no seu website que está muito bem conseguido no qual existem opções que remetem os interessados para representantes oficiais mais perto da sede das suas empresas. Após a aquisição do produto, tem de existir uma estratégia por parte da PME a fim de conseguir implementar com sucesso o produto Trimble. Para tal, foram definidas 3 diferentes etapas nomeadamente de preparação, de implementação e avaliação nos quais são inseridos diversos procedimentos com objetivo final de conseguir verificar na última fase se efetivamente é vantajoso o uso da aplicação *Business Center – HCE* no seio das PME's portuguesas.

6.1 Trabalhos Futuros

Esta investigação aprofundada ao mundo da Trimble revela que ainda há muita matéria-prima para ser explorada em outros trabalho de investigação. Ao olhar apenas para o *Business Center – HCE* e tendo em consideração que apenas foi estudado e simulado um dos módulos de trabalho, ainda existem diversos módulos de trabalho a estudar no futuro.

Caso se olhe para as outras aplicações *software*, ainda existem diversas por explorar. O caso das estradas nacionais portuguesas e caminhos de ferro que irão sofrer um investimento de renovação das mesmas constitui uma oportunidade para as diversas aplicações especializadas da Trimble, neste trabalho abordadas superficialmente. Portanto, estas aplicações podem merecer um estudo mais aprofundado a fim de verificar exequibilidade tal como executado para o *Business Center – HCE*.

Tendo ainda em consideração a crescente robotização e uso de maquinaria pesada guiada por tecnologia *GPS* na qual a Trimble é líder mundial, tem-se aqui um tema excelente com muita solução para estudar e, porventura, simular. Seria interessante também a FEUP tentar criar parcerias com representantes oficiais da Trimble a fim de criar programas de estágios para divulgação da Trimble.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Engelbart, D. *AUGMENTING HUMAN INTELLECT: A Conceptual Framework*. 1962. http://web.stanford.edu/dept/SUL/library/extra4/sloan/mousesite/EngelbartPapers/B5_F18_ConceptFrameworkInd.html. 29 de março de 2017.
- [2] Viera, S. *Progresso no arquivo de projeto: acesso pelo BIM*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, 2016.
- [3] SUTHERLAND, I. *Sketchpad: a Man-Machine Graphical Communication System*. 2003. <http://dx.doi.org/10.1177/003754976400200514>. 29 de março de 2017.
- [4] www.ine.usp.br/~lye/hp/sg3d/object.html. 21 de março de 2017.
- [5] Eastman, C. *Building Description System*. Journal of American Institute of Architects, setembro de 1974, Carnegie Mellon University.
- [6] Eastman, C., *Building Product Models*. Atlanta GA: CRC Press, 1999, p. 136, t. a. – NIAM – Método de Análise de Informações Nijssen.
- [7] Eastman, C. *Building Product Models: Computer Enviornments Supporting Design and Construction*. CRC Press, Flórida, 1999.
- [8] Venâncio, M. *Avaliação da Implementação de BIM – Building Information Modeling em Portugal*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2015.
- [9] <https://www.nationalbimstandard.org/faqs>. 26 de fevereiro de 2017
- [10] Ribeiro, M. *Implementação do Modelo de Informação Integrado no BIM*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2016.
- [11] http://bimtalk.co.uk/bim_glossary:bim_dimensions. 28 de fevereiro de 2017.
- [12] <http://www.newsteelconstruction.com/wp/big-bim-is-where-the-magic-is/>. 02 de março de 2017.
- [13] <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained>. 02 de março de 2017
- [14] Reinhardt, J. *Level of Development Specification*. abril de 2013. <http://bimforum.org/wp-content/uploads/2013/05/DRAFT-LOD-Spec-2.pdf>. 10 de março de 2017.
- [15] Ordem dos Engenheiros. *Material de Apoio ao Curso de BIM 1ª Edição*. Porto, 2014.
- [16] Eastman, C., Telcholz, P., Sacks, R., Liston, K. *Manual de BIM – Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiro, Gerentes, Construtores e Incorporadores*. Bookman Editora Ltda., Porto Alegre, 2014.
- [17] IAPMEI. (2008). *Sobre as PME em Portugal: Direcção de Planeamento e Estudos*. Lisboa: IAPMEI.
- [18] EUROCONSTRUCT. (2009). Summary Report. Paper presented at the 68ª Euroconstruct Conference, Zurich.
- [19] FEPICOP. *Desempregados oriundos da Construção representam mais de 14% do Total*. Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas, março de 2011, Lisboa.
- [20] AECOPS. *Número Crescente de empresas de construção encerra actividade*. Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas e Serviços, abril de 2012, Lisboa

- [21] AECOPS. *Espiral Recessiva no Setor da Construção*. Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas e Serviços, julho de 2013, Lisboa
- [22] AECOPS. *Investimento em Construção regista quebras menos acentuadas*. Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas e Serviços, outubro de 2013, Lisboa
- [23] FEPICOP. *Construção menos negativa acalenta otimismo dos empresários*. Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas, dezembro de 2014, Lisboa.
- [24] FEPICOP. *Investimento em construção e VAB do setor registam primeira variação semestral positiva desde 2007*. Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas, outubro de 2015, Lisboa.
- [25] FEPICOP. *Construção inverte tendência após 13 anos de quebras*. Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas, março de 2016, Lisboa.
- [26] AECOPS. *Investimento em Construção regista quebras menos acentuadas*. Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas e Serviços, 2015, Lisboa
- [27] FEPICOP. *Orçamento de Estado para 2017 não estimula investimento em construção*. Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas, outubro de 2016, Lisboa.
- [28] FEPICOP. *Construção recupera no final de 2016 criando boas perspetivas para 2017*. Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas, março de 2017, Lisboa.
- [29] CRUZ, S. I. D. D. (2007). *Inovação em Portugal: O Caso do Sector da Construção*. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão da Inovação e do Conhecimento, Aveiro, Universidade de Aveiro.

FONSECA, P. A. D. M. (2008). *A Produtividade das PME na Construção*. Julho 2008 Relatório de Projecto submetido ao grau de Mestre em Engenharia Civil - Especialização em Construções, Universidade do Porto, Faculdade Engenharia - FEUP.
- [30] Oliveira, M. *Auto-avaliação do Desempenho de PME da Construção em Portugal*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2013.
- [31] http://www.trimble.com/Corporate/About_History.aspx. 11 de abril de 2017.
- [32] <https://www.crunchbase.com/organization/trimble/acquisitions>. 16 de abril de 2017.
- [33] <http://investor.trimble.com/committees.cfm>. 17 de abril de 2017.
- [34] <https://www.trimble.com/Industries/More/index.aspx>. 18 de abril de 2017.
- [35] https://www.trimble.com/Corporate/About_Companies.aspx. 18 de abril de 2017.
- [36] <https://www.trimble.com/products-and-solutions/>. 20 de abril de 2017.
- [37] <https://construction.trimble.com/products-and-solutions/business-center-hce>. 27 de maio de 2017.
- [38] <http://www.sitech.es>. 28 de maio de 2017.

ANEXOS

1

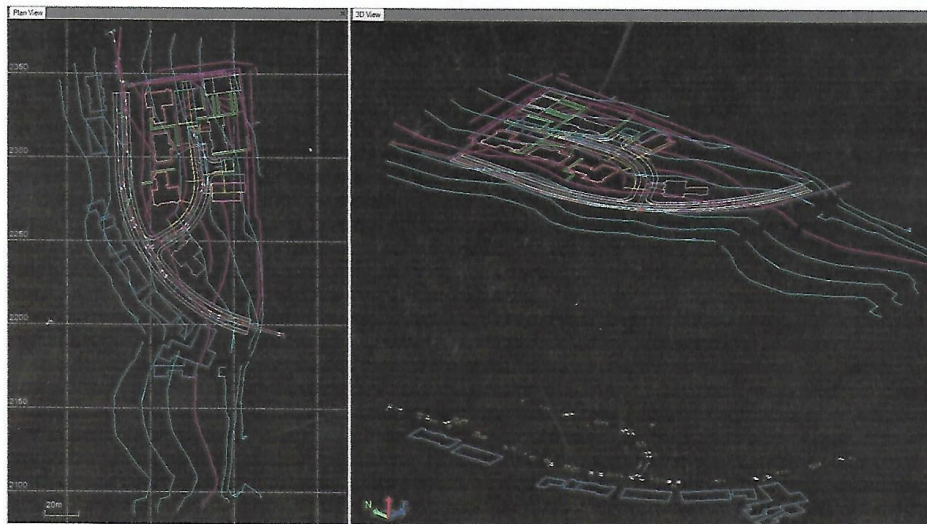
Anexo 1 – Tutorial de Simulação de Módulo Trabalho Site Takeoff

Overview

The purpose of this document is to work through the Site Takeoff workflow to learn some of the Site Takeoff features. This involves quantifying Materials on a Site that are associated with Material based Improvements detailing Excavation, Material Thickness, Area, Volume, Length, Count and Cost for bidding purposes. During this process you will also build the necessary models needed to excavate to grade on Site thus taking care of some Data Prep related functions.

File Import and Viewing

Import the file *Site Takeoff.dwg* into a new Project in Business Center – HCE. Looking at this in Plan and 3D View you can see that there is a range of data sites on a small subdivision. This covers; Original Ground Level in the form of contour lines, Finished Grade for roads, paths and building pads. Finally it also has drainage information for stormwater and sewer lines. In the 3D view you can see that the construction information is at the correct level and some background linework and text annotation is sitting at zero level. The zero level information will not be included in our 3D models.

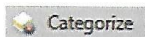


Categorizing Layers

Now that we have the DWG file in Business Center we need to assign the various layers of the file to modelling specific categories such as Original Ground and Design. We also have categories for non-surface related information such as Utilities. Business Center will then form 3D surfaces from the categorized layers for volumetric quantification and also for construction purposes in the field.

Identify
each
"layer"!

To access this feature go to the *Takeoff* menu and push the *Categorize* command.



Note that this command requires you to have purchased the Takeoff module.

This brings up the Categorize Takeoff Layers dialog. As previously explained this is where we group the DWG file layers into their respective categories for modelling purposes. If the layers are not properly organized you will need to group the information correctly before using this command. This dataset has already been carefully prepared in advance using the Data Prep functionality.

Original Ground Model → *Koelba do Terreno Original!*

First you need to know what layers make up the existing surface on site. These layers are the CONTOUR OGL MAJOR and the CONTOUR OGL MINOR. The CONTOUR OGL LABELS layer is not needed for the 3D model so do not select that. Select the two layers in the dialog as shown below. At the bottom of the dialog we have a Reassign layer command. Set that to Original as shown and then push the Reassign button.

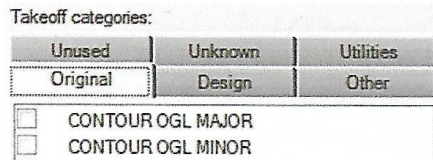
*Já vem as
camadas com
toda a
informação!
↓
Data Prov!*



This shifts the two layers from the Unknown category tab to the Original category where they will be used to form a 3D model at a later time.

*Já estas orientados para
uma categoria!*

If you click on the *Original* category tab you will see the layers have been shifted. You will use this same functionality to categorize the rest of the DWG layers.



Finished Design Model

Modelo Projeto Final!

The Design model will contain all the finished grade elevations. It does not need to include any drainage information. As such return to the Unknown category tab and select the following layers as shown. Then reassign these to the Design category.

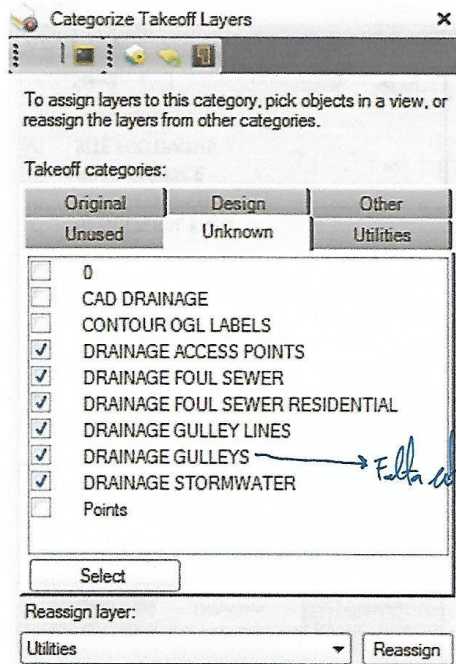


This then shifts the seven layers to the Design category. These layers will then be used to create a 3D Finished Design model for construction purposes. It is also compared to the Original Ground model for volume calculations.

Utilities Category

Utilidade!

Our final categorization procedure involves detailing what layers are used for our Utilities. Select the Drainage layers as shown below and reassign these to the *Utilities* category. Note that we do not need to select the *CAD DRAINAGE* layer as this contains CAD annotations rather than elevated data we want to quantify. ✓



Falta esse! → Fim do tutorial!

Building Surfaces

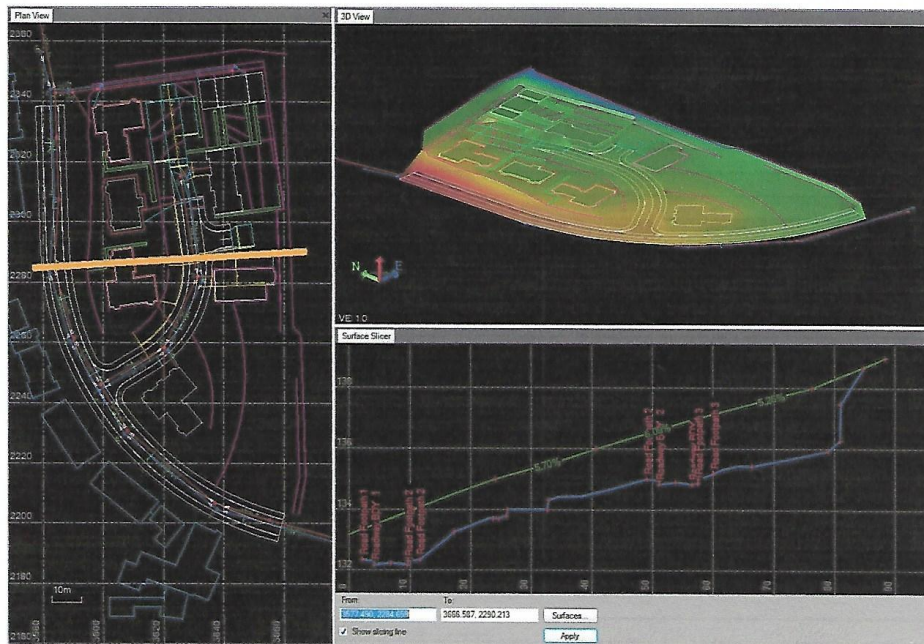
Now that you have categorized the various layers, you can proceed to create the *Original Ground* and the *Finished Design* surfaces. This is done by going to the *Takeoff* menu and pushing the *Build Surfaces* icon.



Don't miss!
→ Normal!

This then uses all the data in the layers you have just categorized and triangulates it to form 3D surface models. By default the surface colouring is turned off in the Plan view. It is however turned on in the 3D view and if we cut a slice through the information we end up with the following result.

5



This is a good way to check that information has been categorized correctly thus building the correct surface information. If you change categorized data, simply rebuild the surfaces again to update the surface models. ✓

This has given us our Original Ground and Finished Design models. For some people this might be enough information to complete a job. In this case we want to add more detail to our Project so that we can determine other models such as existing material strata, topsoil stripping and design subgrades. With these new models we can then quantify volumes and costs of more construction activities on site. With this information you can bid for a job, or alternatively adjust the design to balance cut/fill operations on site thus minimising work and cost. ✓

Creating a Material and Site Improvement Library

Biblioteca Melhoramentos do Cade
Copa.

Next you need a Material and Site Improvement library detailing all the materials you need on site such as gravel, concrete, asphalt, pipe, manholes etc. Then we need the Site Improvements you will make from these materials like building pads, footpaths, roads etc. You will also detail existing materials on site such as topsoil, sand, rock etc and in some situations demolition of existing structures. These materials and improvements are then quantified later in the workflow. ✓

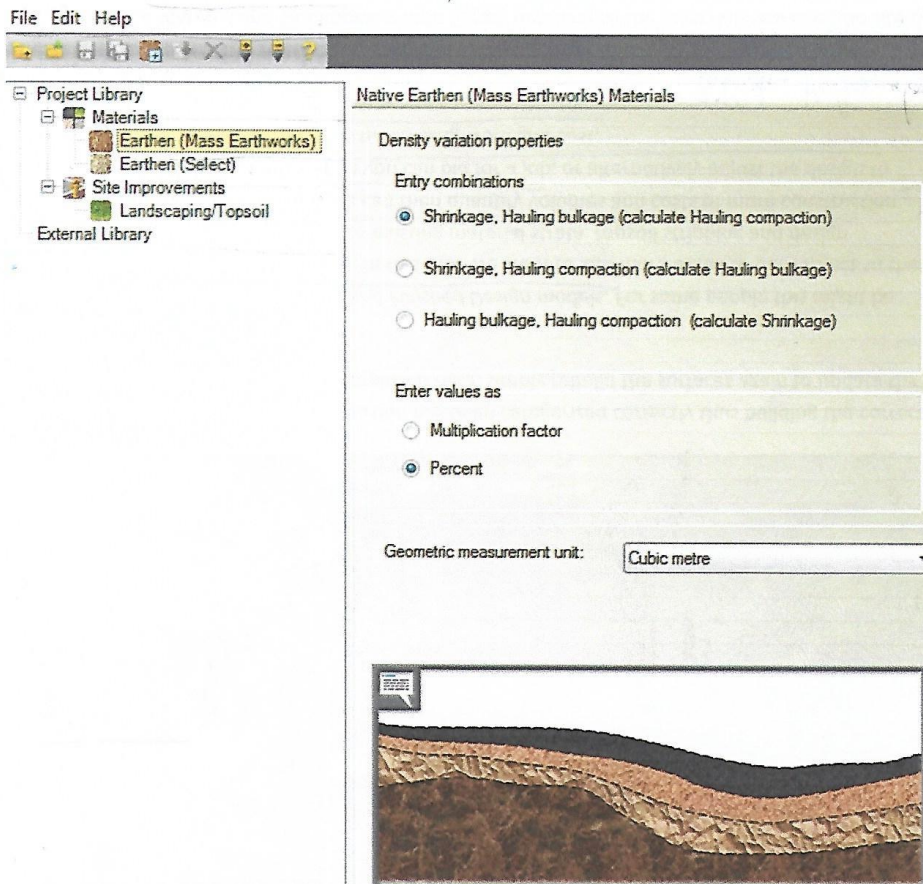
To access the library, go to the Takeoff menu and push the MSI Manager icon.



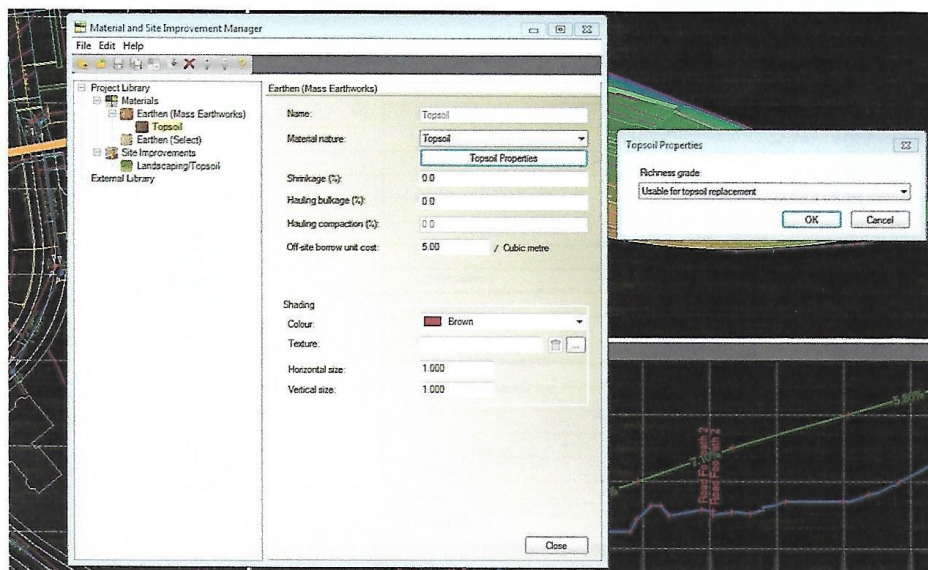
When the library first opens it already has some existing categories which we will add to. Primarily the library is broken into two distinct categories; Materials and Site Improvements which were described earlier. These can then have further categories respectively. In this instance we already have two Material categories in the form of Earthen (Mass Earthworks) for existing materials on site that make up the existing earthen strata. Then there is Earthen (Select) which are from off site and typically used for paving subgrades. ✓

Note that if you want to use the library for other Business Center projects then you need to create an external library. To do this go to File / New External Library and this can then be shared to use on other jobs. This saves you creating a new library for each project you work on and can be updated as regularly as you need.

Peço
uma
biblioteca
já feita!



First we will define the existing soil strata. Right click Earthen (Mass Earthworks) and then select New Earthen (Mass Earthworks) Material. Name the first material Topsoil and define the properties as follows:

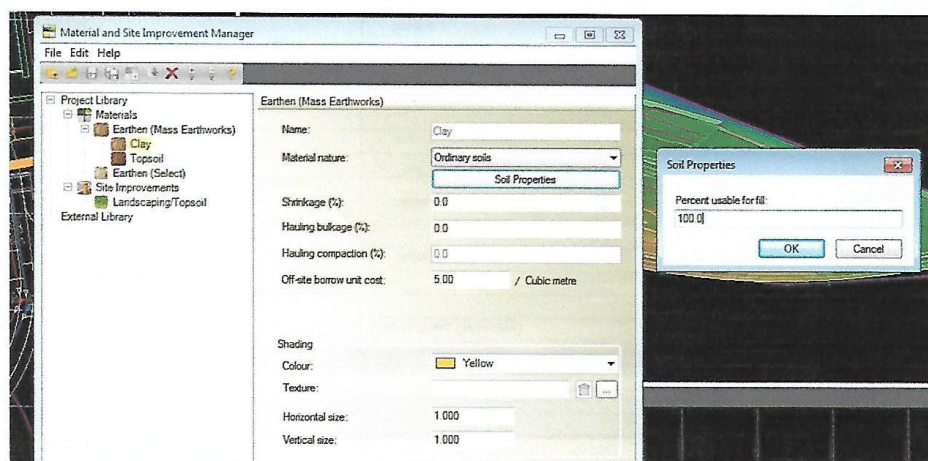


The key points to emphasise with the topsoil material we just defined are as follows:

1. Specifying the Topsoil Properties to Usable for topsoil replacement means that any topsoil we strip from the site we can re-spread on site at a later date. Note that this will require you to create a Site Improvement for the re-spread. We will cover this later.
2. The pricing is completely fictitious and is merely to illustrate the full capabilities of the software. The borrow price stipulates how much a cubic metre of topsoil would cost if you were to buy this from off site. This assumes you do not have enough topsoil stripped from site to re-spread at a later date.
3. The colour is used in the plan view later to aid in identifying Site Improvements.

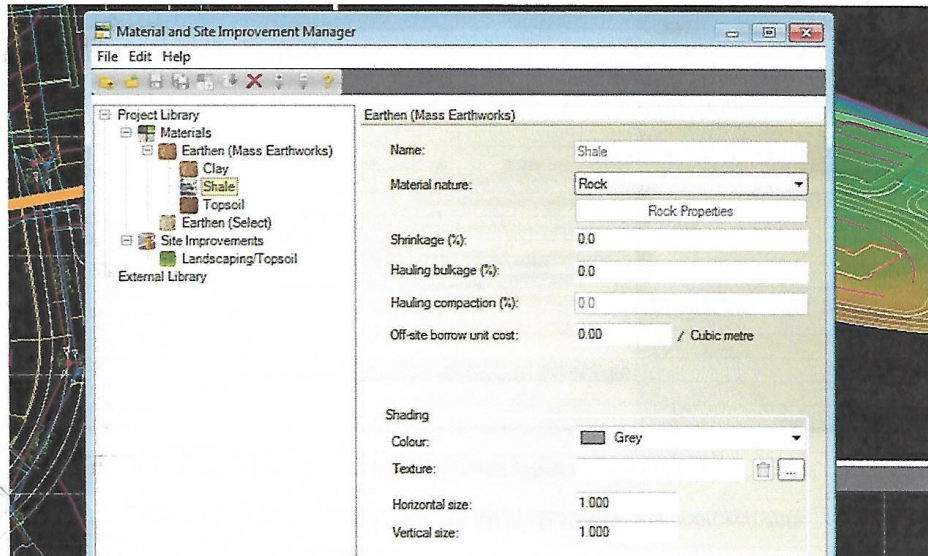
Preço Fictício!!

Now create a new Earthen (Mass Earthworks) material called Clay as follows:



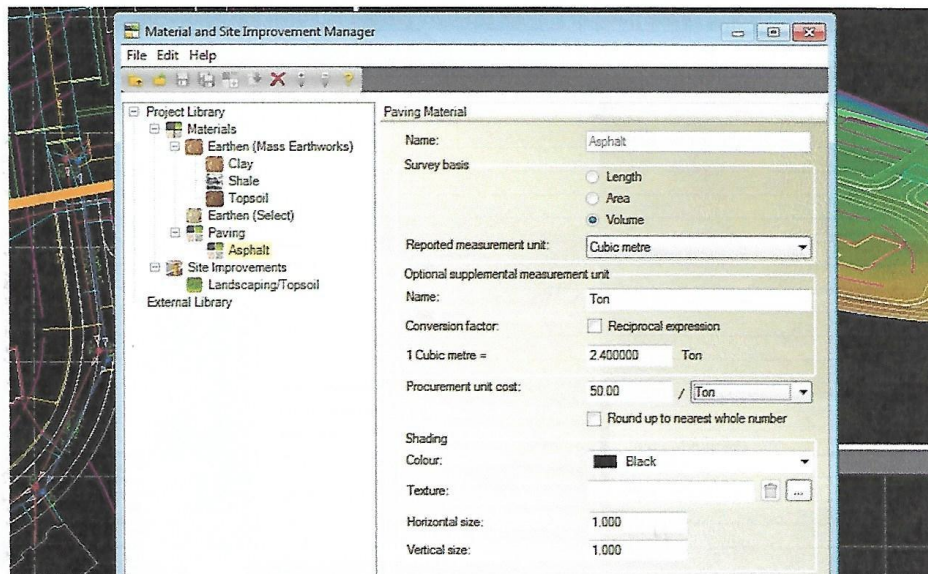
Dúvida: a certificação do tipo de solo vem já feito da Data Prev?

Then create a new Earthen (Mass Earthworks) material called Shale as follows:-

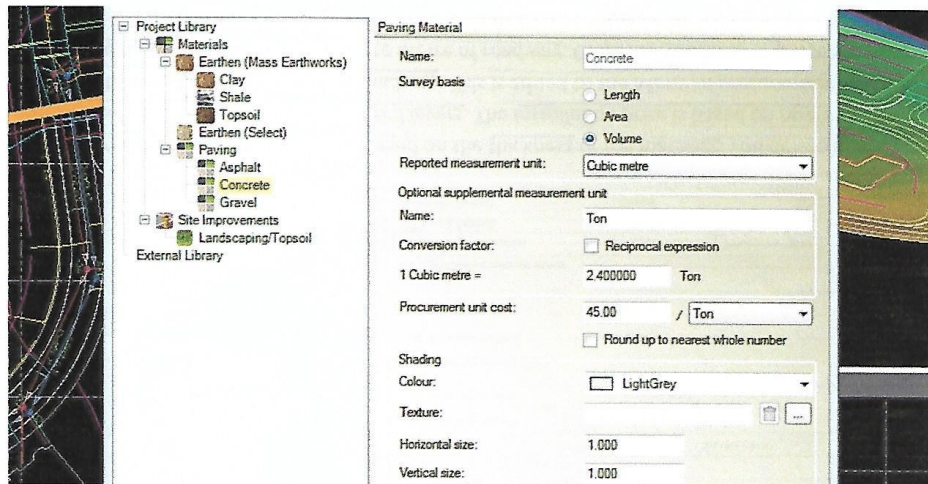


Next we will create a new group of materials for paving. Do this by right clicking the category Materials and selecting New Materials Category. Name this category Paving and then create a material called Asphalt with the details further below.

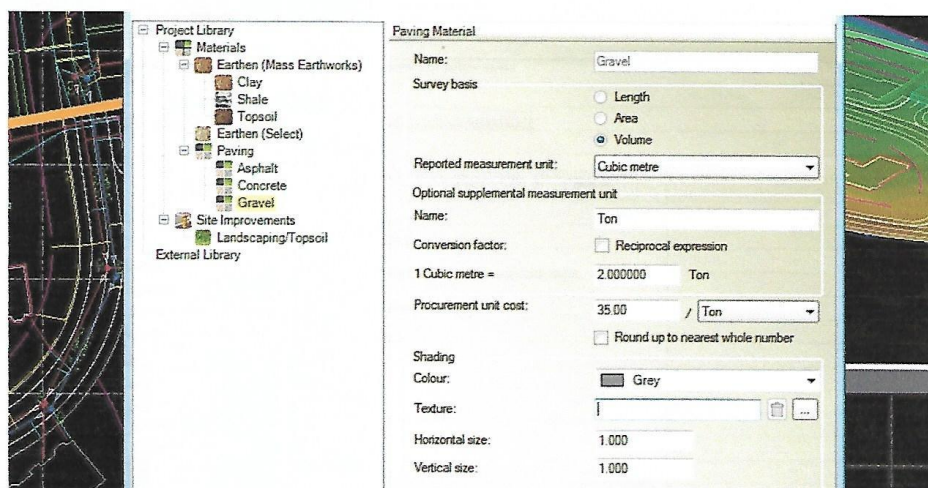
This will be reported by Volume but purchased by the Ton. As such we need to define the conversion rate between the measurement types.



Next create another Paving material called Concrete with the properties below.



Then create the final Paving material called Gravel with the following properties.



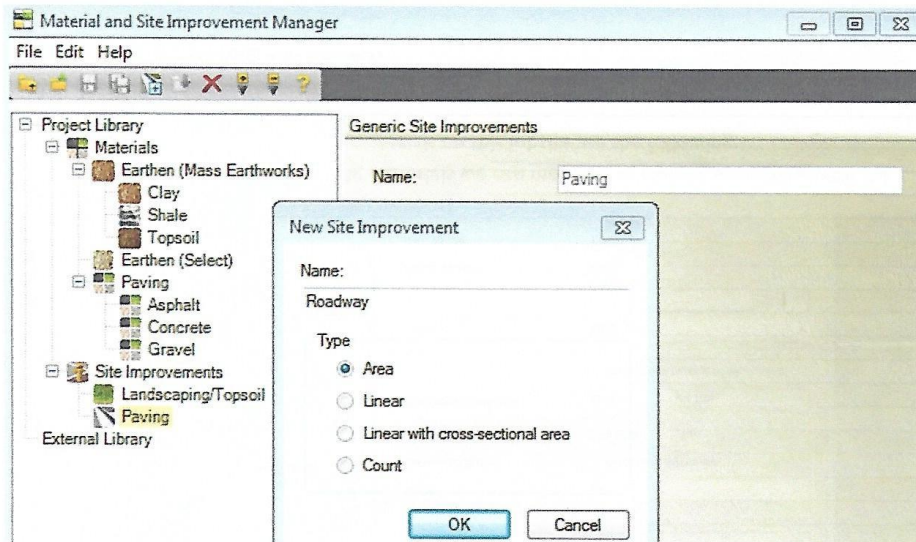
Now that we have defined some paving materials we can move on to making something with the materials. Areas that will need paving materials on this jobsite are the following:

- 1. Roadway
- 2. Footpaths – housing and roadway
- 3. Parking areas
- 4. Building pads

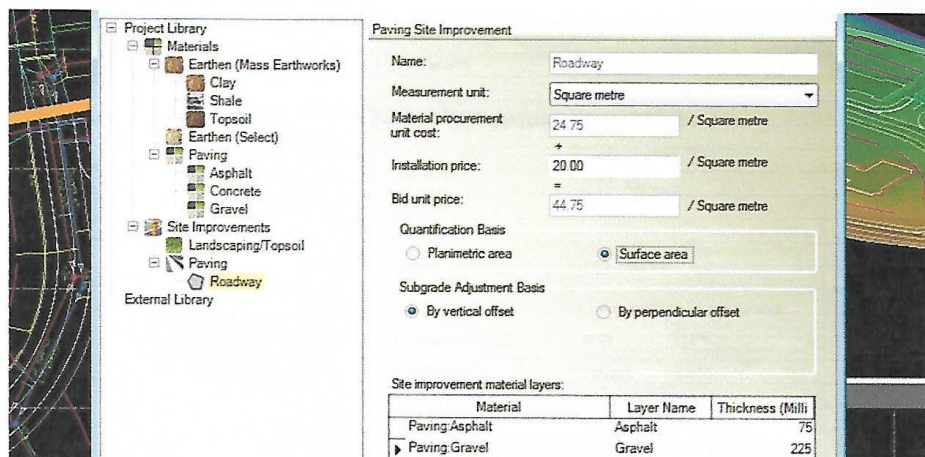
To do this we need to create a Paving category in the Site Improvements and then create the various Site Improvements detailed above.

10

First then right click Site Improvements and select New Site Improvement Category from the shortcut menu. Name this category Paving then right click on Paving and select New 'Paving' Site Improvement from the shortcut menu. Call the new Improvement Roadway and make this an Area based Improvement.

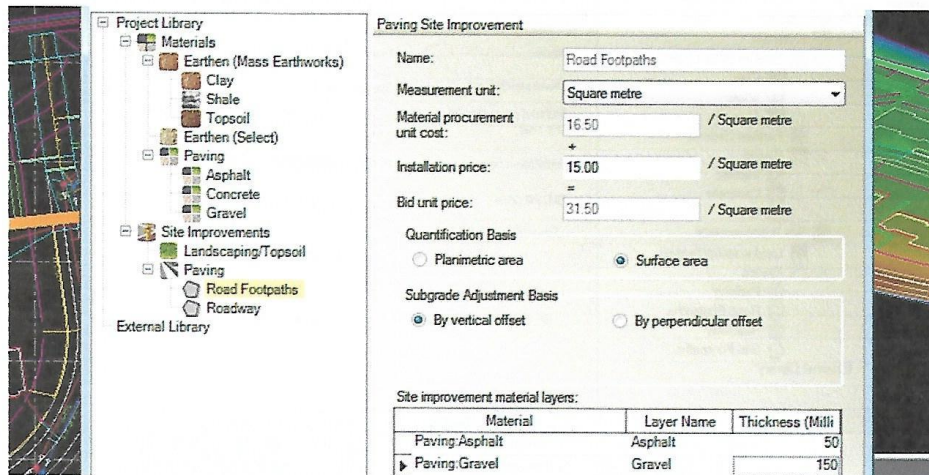


Then fill in the following properties for the improvement.



The Material procurement unit cost is based on the thickness of the materials you define in the bottom section Site improvement material layers. The Installation price is based on how much it costs you to install a square metre of roadway. This is added to the Material procurement unit cost to give you the Bid unit price for a square metre of roadway. Once the Roadway improvement is applied to the road boundary the surface area is multiplied by these costs to generate the quantities/costs of material for purchase and construction thereby giving a bid cost.

Next define a new *Paving* improvement called Road Footpaths. Just like the *Roadway* this will be an Area based improvement with the following details.

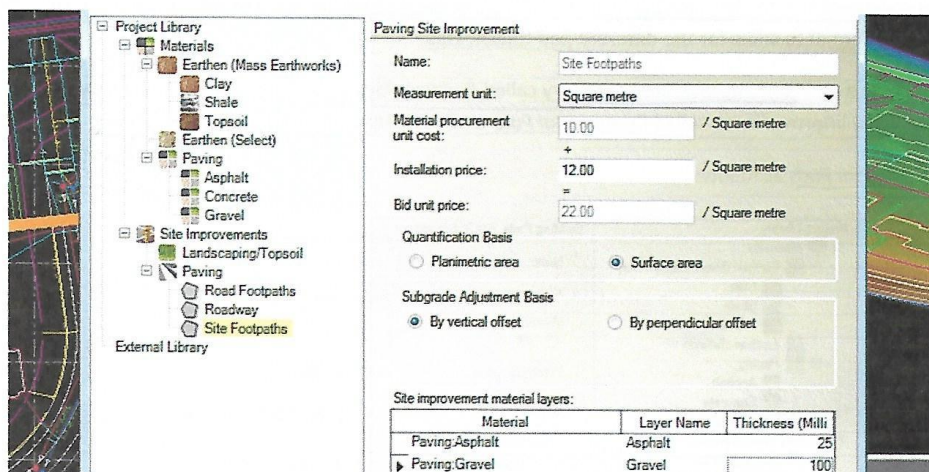


The screenshot shows the 'Paving Site Improvement' dialog box for a new improvement named 'Road Footpaths'. The 'Project Library' on the left shows the hierarchy: Materials > Earthen (Mass Earthworks) > Clay, Shale, Topsoil, Earthen (Select), Paving > Asphalt, Concrete, Gravel. The 'Site Improvements' section shows 'Road Footpaths' selected. The 'Paving Site Improvement' panel on the right contains the following details:

- Name: Road Footpaths
- Measurement unit: Square metre
- Material procurement unit cost: 16.50 / Square metre
- Installation price: 15.00 / Square metre
- Bid unit price: 31.50 / Square metre
- Quantification Basis: ☒ Surface area
- Subgrade Adjustment Basis: ☒ By vertical offset
- Site improvement material layers:

Material	Layer Name	Thickness (Milli)
Paving Asphalt	Asphalt	50
Paving Gravel	Gravel	150

Now define a new *Paving* improvement called Site Footpaths. Just like the other improvements this will be Area based with the following details.

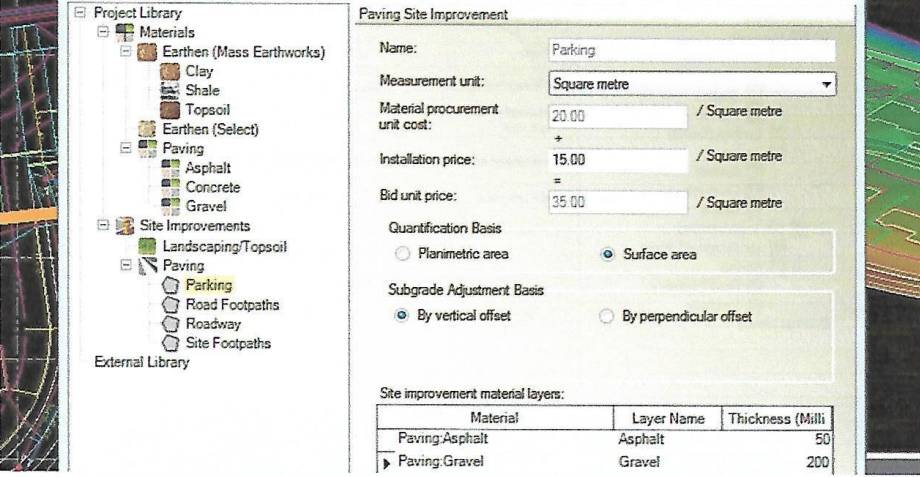


The screenshot shows the 'Paving Site Improvement' dialog box for a new improvement named 'Site Footpaths'. The 'Project Library' on the left shows the hierarchy: Materials > Earthen (Mass Earthworks) > Clay, Shale, Topsoil, Earthen (Select), Paving > Asphalt, Concrete, Gravel. The 'Site Improvements' section shows 'Site Footpaths' selected. The 'Paving Site Improvement' panel on the right contains the following details:

- Name: Site Footpaths
- Measurement unit: Square metre
- Material procurement unit cost: 10.00 / Square metre
- Installation price: 12.00 / Square metre
- Bid unit price: 22.00 / Square metre
- Quantification Basis: ☒ Surface area
- Subgrade Adjustment Basis: ☒ By vertical offset
- Site improvement material layers:

Material	Layer Name	Thickness (Milli)
Paving Asphalt	Asphalt	25
Paving Gravel	Gravel	100

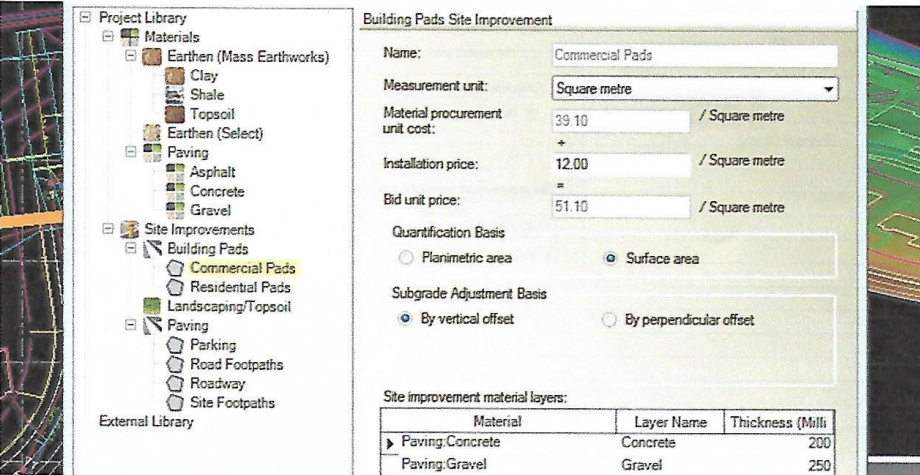
Now define a new Paving improvement called Parking. Just like the other improvements this will be Area based with the following details.



That now completes our asphalt based paving materials and improvements. Next we will move onto defining our improvements for the various building pads. We will use the same Area based improvements for the building pads and define two separate types of improvements; commercial and residential to allow for the different pad thicknesses.

So create a new Site Improvement Category called Building Pads. Then create the following two Area based Site Improvements called Commercial Pads and Residential Pads. ✓ 2 Categories → Commercial! → Residential!

Commercial Pads as follows:



Material	Layer Name	Thickness (Milli)
Paving:Concrete	Concrete	200
Paving:Gravel	Gravel	250

Residential Pads as follows:

Building Pads Site Improvement

Name: Residential Pads

Measurement unit: Square metre

Material procurement unit cost: 21.30 / Square metre

Installation price: 11.00 / Square metre

Bid unit price: 32.30 / Square metre

Quantification Basis:
☐ Planimetric area
☒ Surface area

Subgrade Adjustment Basis:
☒ By vertical offset
☐ By perpendicular offset

Site improvement material layers:

Material	Layer Name	Thickness (Milli)
Paving:Concrete	Concrete	100
Paving:Gravel	Gravel	150

That completes our Paving based materials and improvements. Next we need to define our drainage materials and improvements. Start by creating a new material category called Drainage. Create the following Stormwater pipe material called 150mm SW Main. Make sure that you select the Survey basis to be Length and remove the optional Ton measurement unit.

Água Pluvial!

Drainage Material

Name: 150mm SW Main

Survey basis:
☒ Length
☐ Area
☐ Volume

Reported measurement unit: Meter

Optional supplemental measurement unit:
 Name:
 Conversion factor:
☐ Reciprocal expression
 1 Meter = 2.400000

Procurement unit cost: 8.00 / Meter

☐ Round up to nearest whole number

Shading:
 Colour: Blue

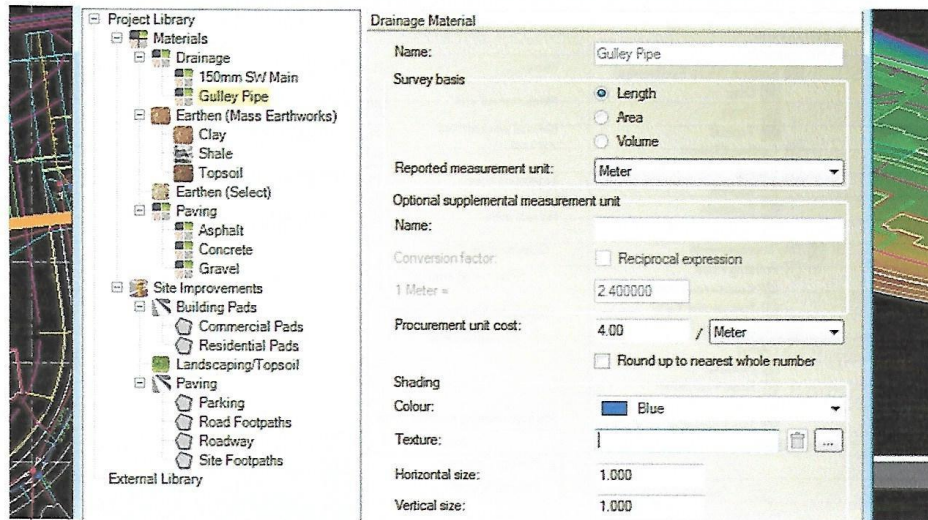
Texture:
 Horizontal size: 1.000
 Vertical size: 1.000

criar material Drainagem!

For the purpose of keeping the tutorial to a minimal size we will not quantify the other sized Stormwater pipes and will assume the entire main pipe is 150mm diameter.

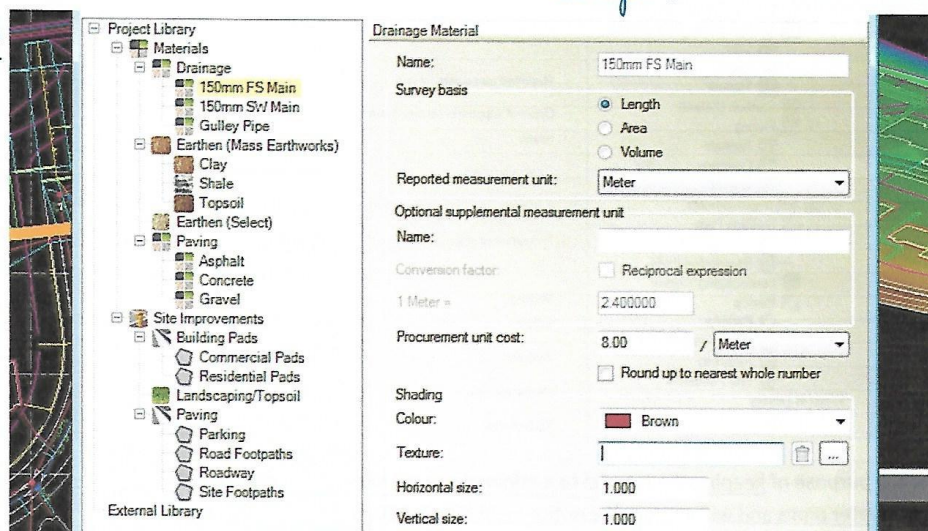
↓
 Toda a rede igual!
 + Fácil p/similar

Next create the Gulley Pipe material linking the Gulley points to the Stormwater main as follows.



In this project we have a range of access points, gulley points and manholes. We do not need to create materials for these as they are merely counted and priced in the project. As such we will just create improvements for them later to determine their quantities.

Now we can move on to creating the materials for the foul sewer drainage. Create the following material called 150mm FS Main.

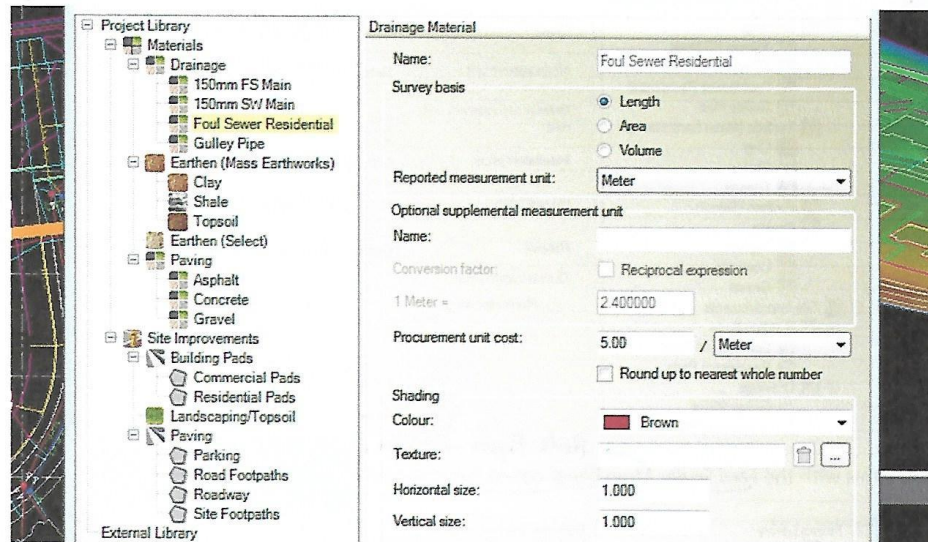


Again we will assume that the entire foul sewer main is a 150mm diameter pipe to make the tutorial workflow faster.

toda o memo q!
+ fácil!

Ligando rede esgotos casas a rede pública!

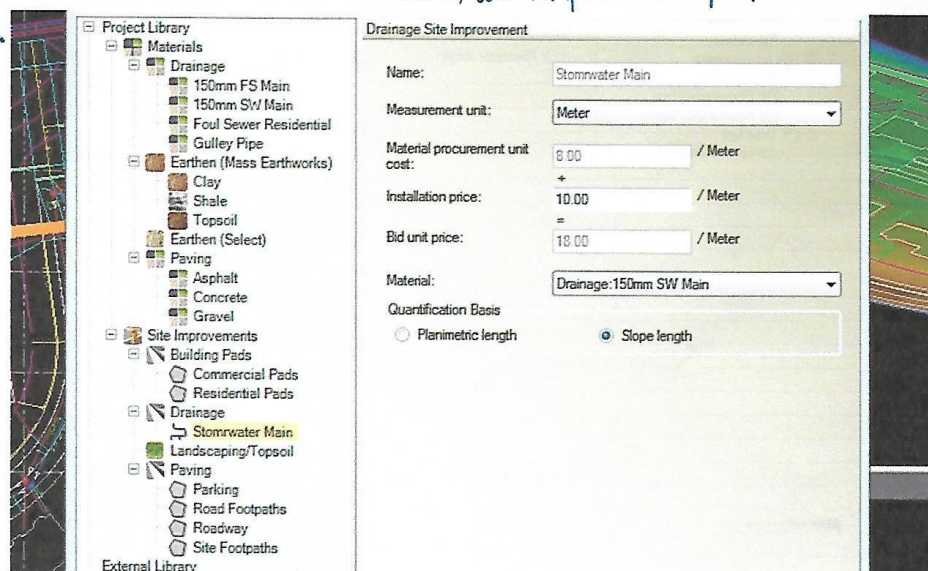
Next create the Foul Sewer Residential material as follows. This will be used to link the building pads to the foul sewer main.



That completes the creation of materials for the Drainage category. Now we need to create a Drainage Site Improvement category. In this category we will create our first drainage improvement which will be Linear based and called Stormwater Main. As this is a linear based improvement you will notice that it has a different icon to the area based improvements we created previously. It is also important that we choose Slope length as the Quantification Basis to ensure our pipe lengths are quantified correctly.

Melhorias de
Redes Drenagem
Lineares!

Planeja a base na quantidade de metros!



→ Melhoramento de Saneamento!
Then create the linear based Gulley Pipes improvement as follows.

The screenshot shows the 'Drainage Site Improvement' dialog box with the following settings:

- Name:** Gulley Pipes
- Measurement unit:** Meter
- Material procurement unit cost:** 4.00 / Meter
- Installation price:** 8.00 / Meter
- Bid unit price:** 12.00 / Meter
- Material:** Drainage:Gulley Pipe
- Quantification Basis:** ☒ Slope length

The 'Project Library' on the left shows the hierarchy: Materials > Drainage > Gulley Pipes. A blue checkmark is visible on the right side of the dialog box.

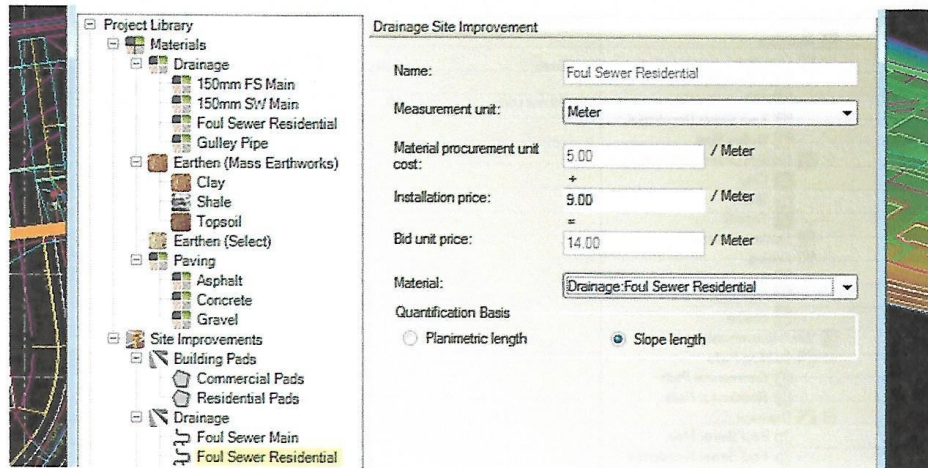
→ Rede Esgoto ~~Rede~~!
Follow this with the Foul Sewer Main linear based improvement.

The screenshot shows the 'Drainage Site Improvement' dialog box with the following settings:

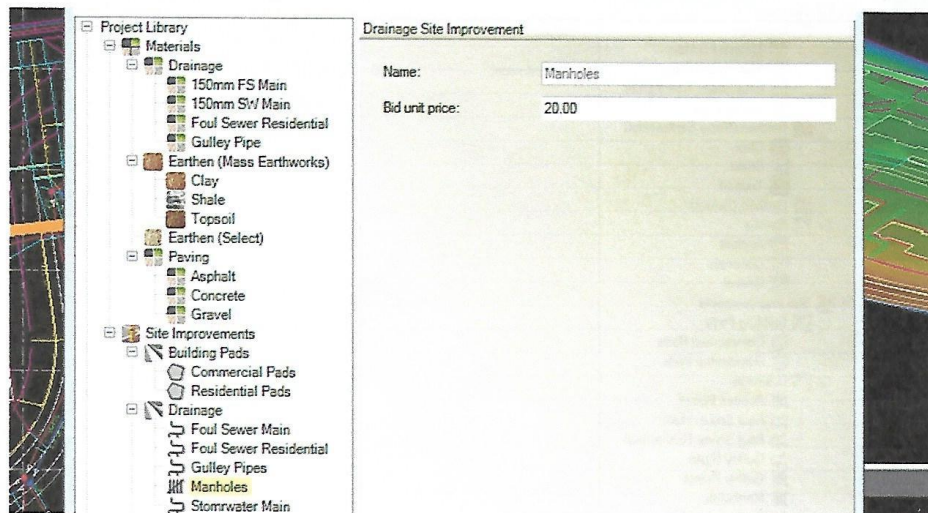
- Name:** Foul Sewer Main
- Measurement unit:** Meter
- Material procurement unit cost:** 8.00 / Meter
- Installation price:** 11.00 / Meter
- Bid unit price:** 19.00 / Meter
- Material:** Drainage:150mm FS Main
- Quantification Basis:** ☒ Slope length

The 'Project Library' on the left shows the hierarchy: Materials > Drainage > Foul Sewer Main. A blue checkmark is visible on the right side of the dialog box.

Then create the Foul Sewer Residential linear-based improvement.

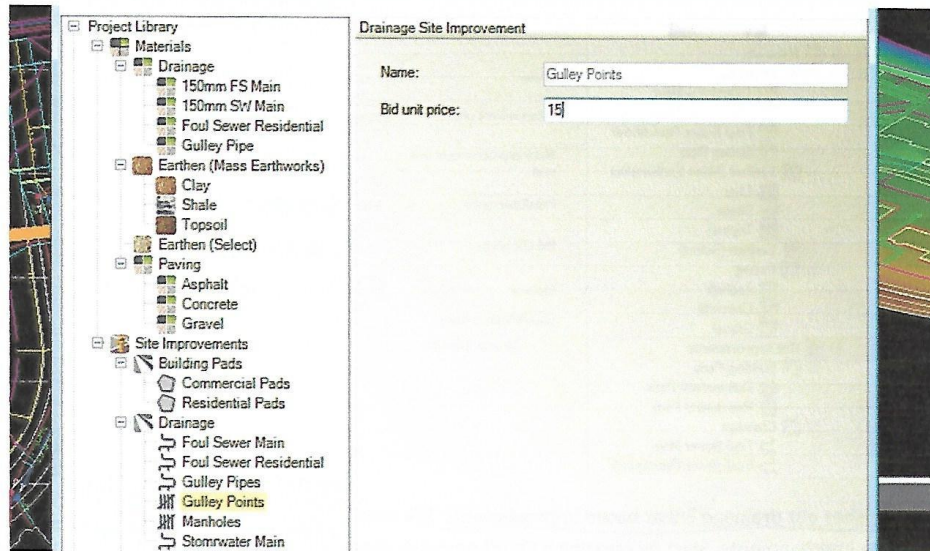


That finishes our drainage linear based improvements. We now need to create our Count based drainage improvements. Start by creating a Count based drainage improvement called Manholes. Again we can see this has a different icon due to the type of improvement it is. This also leaves us with less information to fill in about the improvement.

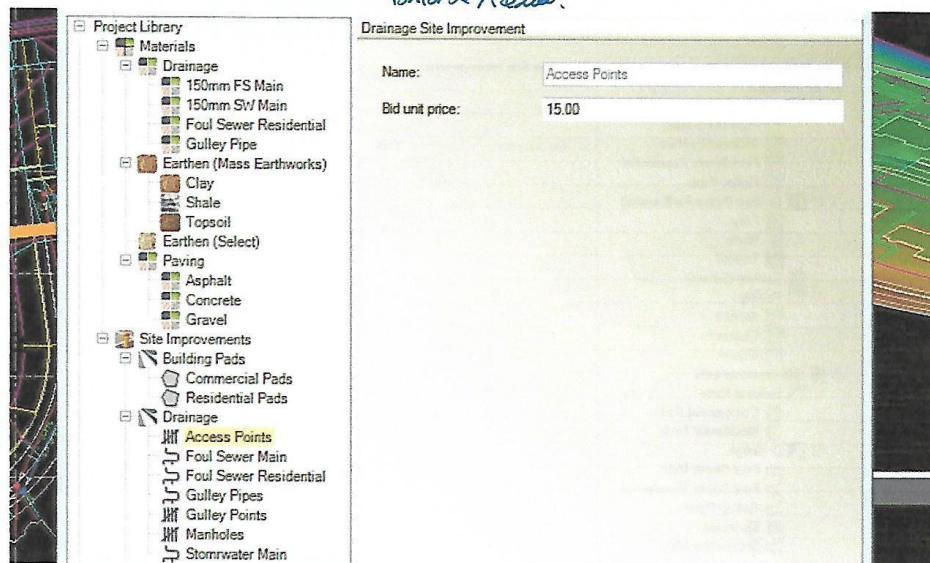


Now we need to create our last two drainage improvements for the gully points and also for the access points. Create these as follows.

Create the count based Gulley Points improvement. *→ Saçotras!*



Create the count based Access Points improvement. *→ Pontos de Acesso!*



Now we are almost finished with our library. The final material and improvement we need to create is for the topsoil replacement. First create a new material category called Landscaping. In this category create a new material called Turf with the following properties.

→ Refinado! *Padrão!*

Project Library

- Materials
 - Drainage
 - 150mm FS Main
 - 150mm SW Main
 - Foul Sewer Residential
 - Gully Pipe
 - Earthen (Mass Earthworks)
 - Clay
 - Shale
 - Topsoil
 - Landscaping
 - Turf**
 - Paving
 - Asphalt
 - Concrete
 - Gravel
- Site Improvements
 - Building Pads
 - Commercial Pads
 - Residential Pads
 - Drainage
 - Access Points
 - Foul Sewer Main
 - Foul Sewer Residential
 - Gully Pipes

Landscaping Material

Name:

Survey basis: ☐ Length ☒ Area ☐ Volume

Reported measurement unit:

Optional supplemental measurement unit: Name:

Conversion factor: ☐ Reciprocal expression

1 Square metre =

Procurement unit cost: / ☐ Round up to nearest whole number

Shading: Colour:

Texture:

Horizontal size:

Vertical size:

We can now create our topsoil respread and place the turf on top of it as part of the improvement. To do this, create an improvement called Topsoil Respread in the Landscaping/Topsoil Site Improvement category as follows.

→ Colocar material "Refinado" no recapeamento de solo e melhorar.

Project Library

- Materials
 - Drainage
 - 150mm FS Main
 - 150mm SW Main
 - Foul Sewer Residential
 - Gully Pipe
 - Earthen (Mass Earthworks)
 - Clay
 - Shale
 - Topsoil
 - Landscaping
 - Turf
 - Paving
 - Asphalt
 - Concrete
 - Gravel
- Site Improvements
 - Building Pads
 - Commercial Pads
 - Residential Pads
 - Drainage
 - Access Points
 - Foul Sewer Main
 - Foul Sewer Residential
 - Gully Pipes
 - Landscaping/Topsoil
 - Topsoil Respread**
 - Paving

Landscaping/Topsoil Site Improvement

Name:

Measurement unit:

Material procurement unit cost: /

Installation price: /

Bid unit price: /

Quantification Basis: ☐ Planimetric area ☒ Surface area

Subgrade Adjustment Basis: ☒ By vertical offset ☐ By perpendicular offset

Site improvement material layers:

Material	Layer Name	Thickness (Millim)
Landscaping:Turf	Turf	50
*		

Topsoil Replacement Requirements

Topsoil material:

Thickness (Millimetre):

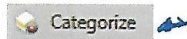
Applying the Site Improvements to the Project

→ *Aplicar Melhoramentos ao Projeto!*

That completes our Material and Site Improvement library for now. This leads us to the next step of applying the improvements to the various locations on site that need them such as the roadway etc. There are two common methods of doing this as described below. The first method is to use the Categorize command.

Categorizing Takeoff Layers

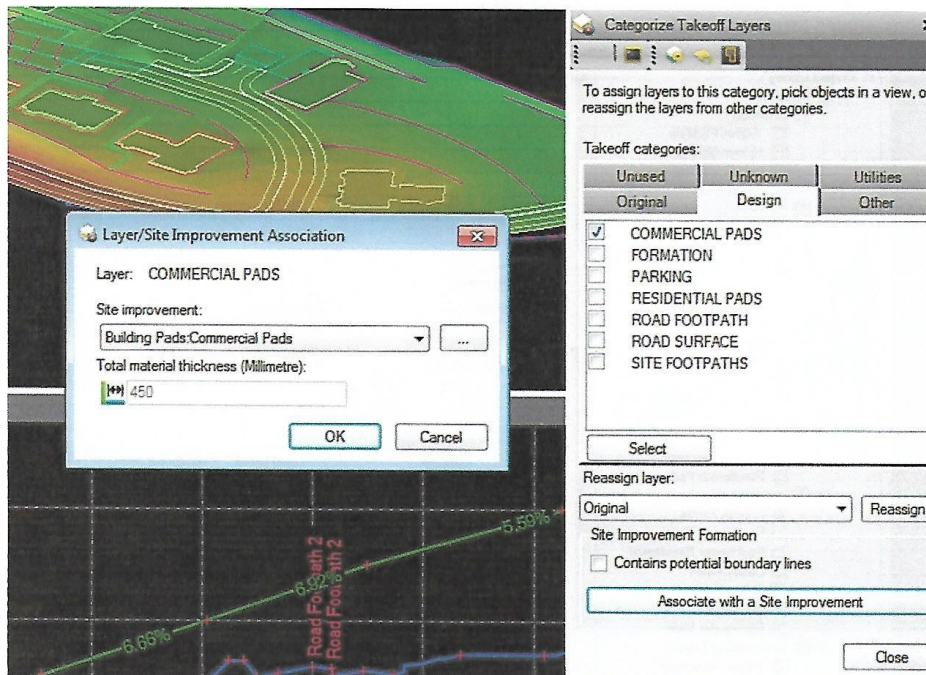
To use this command go to Takeoff and push the Categorize icon.



We used this command earlier to define what DWG layers would be used to create our Original Ground and the Finished Design 3D models. Now we will use the command to assign improvements to some of the layers. The improvements will then be applied to the 3D models creating models of the excavation depth to allow for building pad thicknesses and roadway subgrades etc. These areas and depths will then be taken into account when we calculate material volumes later.

Firstly we will assign the site improvements to the commercial building pads. To do this, follow the steps below:

1. Select the Design category tab ✓
2. Tick the box beside the layer COMMERCIAL PADS ✓
3. Push the Associate with a Site Improvement button ✓
4. Select the Building Pads: Commercial Pads from the drop down in the dialog that appears ✓



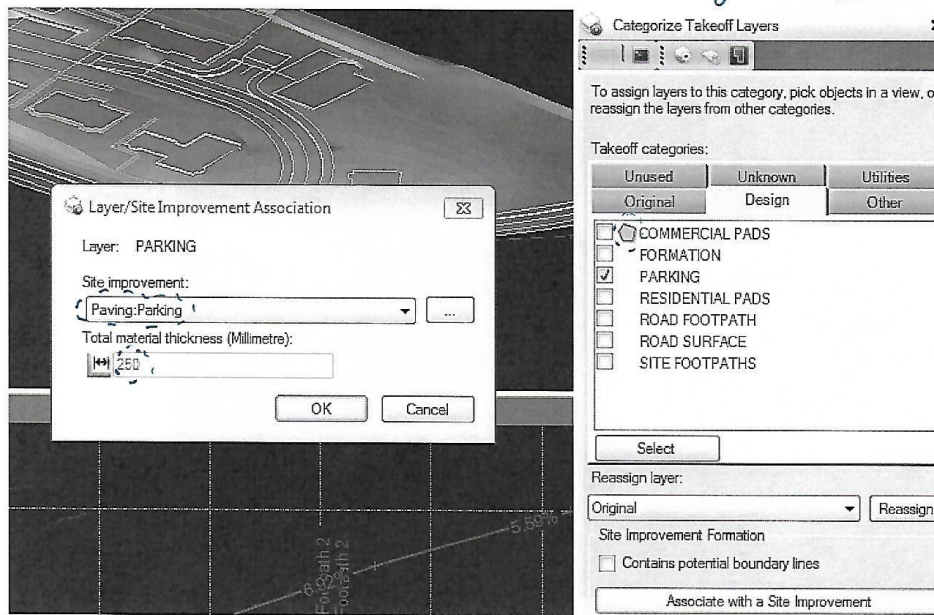
In the Layer/Site Improvement Association dialog that opened you can see the depth of material is 450mm for the Commercial Pads improvement. This can be used as a check to see that your library is correct. Push OK to close the dialog. You will now see there is an area based icon beside the COMMERCIAL PADS layer in the Design category tab. Again this lets us know what sort of improvement has been applied.

Aprenda a categorizar as melhorias!

→ 6 Herma Para Parques!!

Next apply the Parking improvement to the PARKING layer using similar steps as before. First you must un-tick the box beside COMMERCIAL PADS as you can only apply improvements to one layer at a time.

Só consigo dar melhorias a cada layer de cada vez!



Next apply the following improvements to their respective layers:

1. Road Footpaths to the ROAD FOOTPATH layer ✓
2. Roadway to the ROAD SURFACE layer. ✓
3. Site Footpaths to the SITE FOOTPATH layer ✓

Then push the Build Surfaces icon on the Takeoff menu. Note that this is also on the Categorize Takeoff Layers dialog toolbar.



Build Surfaces Takeoff menu icon



Categorize Takeoff Layers dialog toolbar ✓

This updates the Original Ground and Finished Design 3D models if we had made any changes to the layers associated with them. This also more importantly in our case create a Finished Design with Subgrades Adjusted 3D model. This allows for all the improvements we have applied.

When we then cut a Surface Slice through the models we now see the original ground levels as the green line in section view, and then the design models; one showing final grade and the other showing subgrade levels for footpaths, parking and building pads. If you're observant you will notice that the road subgrade isn't shown. This is due to the software recognising that there are boundaries within boundaries on that layer. As such improvements to that layer need to be handled manually which we will do next. We will also use a similar manual approach for the residential building pads but for another reason explained shortly.

 Surface Slicer View Also on the Takeoff menu



↓
Agora, ao fazer um corte vemos as diferentes
níveis dos diferentes layers!!

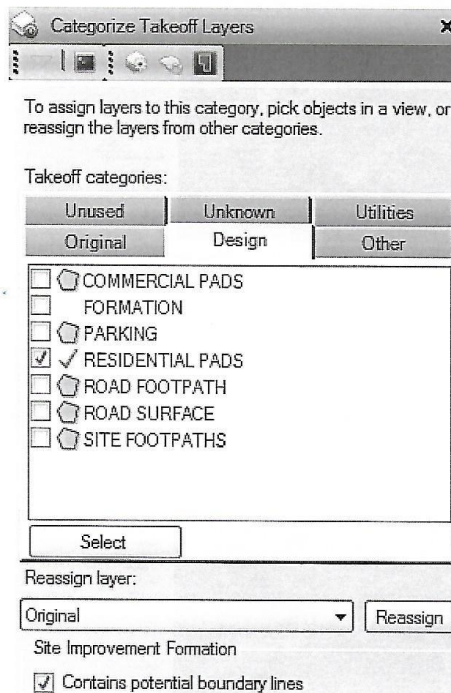
(Colocar Melhoramentos)

↑
Delimitação Zonas Estaleiro!

Identify Site Regions

Our next method to assign improvements is via the identification of regions. This requires one of two things to be set up before you can use it. Either we have already tried to apply an improvement to a layer like we have done with the Roadway improvement, or we need to select the option that a layer contains potential boundaries we can use for assigning area based improvements.

As such tick the RESIDENTIAL PADS layer and then tick the Contains potential boundary lines box at the bottom of the dialog as shown.



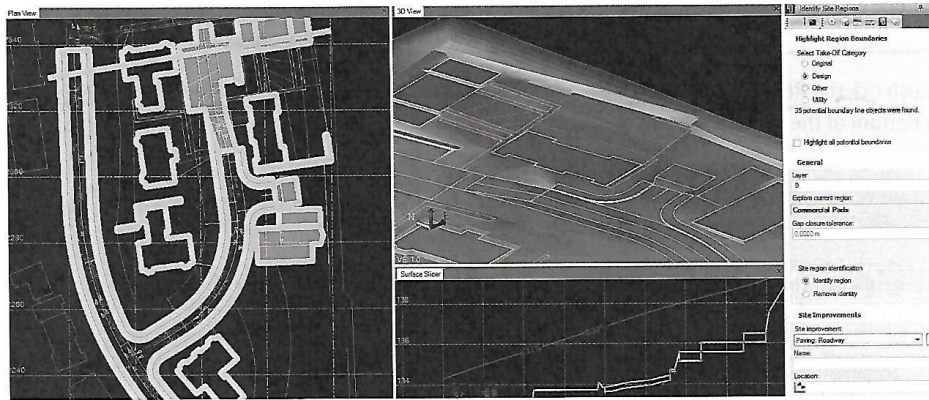
This then puts a green tick mark beside the layer indicating we can assign manual improvements to any boundaries on that layer.

To utilise the manual improvements push the Identify Site Regions icon on the Takeoff menu.



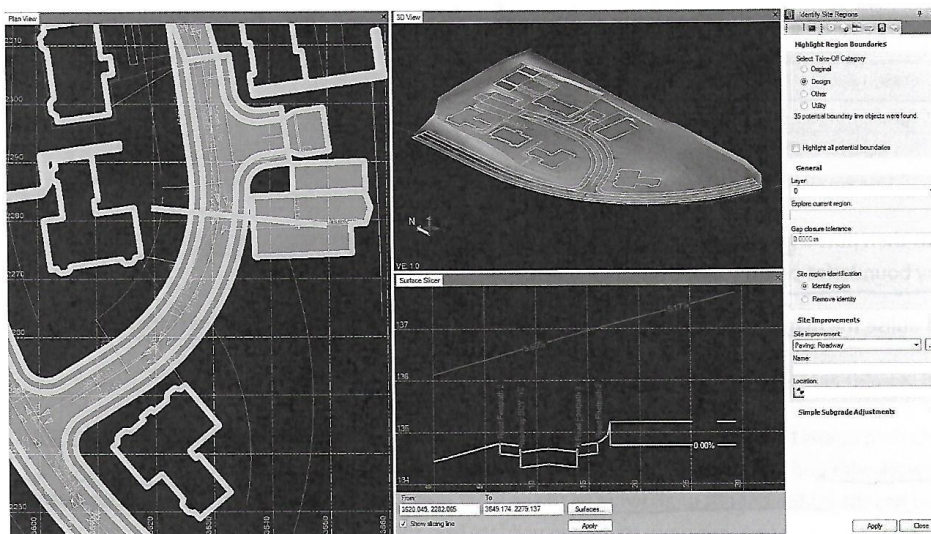
This then opens the Identify Site Regions dialog where we can specify what takeoff category we want to work with and then from that what improvement we want to assign where in the plan view. It also has the added benefit of allowing us to see what area based improvements have already been assigned from our previous work so we can validate that the jobsite is being quantified correctly and the models have subgrades allowed for.

To check improvements has been assigned in the correct place so far select the Design category in the Select Take-off Category area. This will colour the improvement areas based on the top material layer. As we have used a lot of gray paving colours our plan will predominantly be gray for now.



Firstly we will finish assigning the Roadway improvement. Leave the Layer set to 0, this determines where the improvement positions are stored. Select Identify region, select the Site improvement to be Paving: Roadway from the drop down and then left click in the Location box. Now when you click inside a boundary in the plan view the Roadway improvement will be applied within that boundary. So left click inside the roadway boundary and you see the roadway then has the improvement added because it is coloured in. Then use the Build Surfaces command to update the models, cut a slice through and you can see the roadway improvement applied in section view here.

Parceiros!!
Consegui Resolver!!

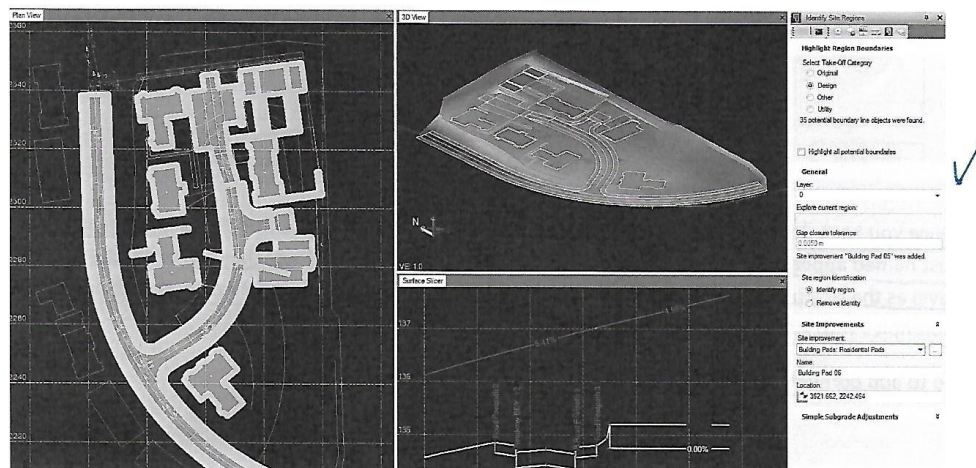


Finally we will apply the improvement to the residential building pads. All we need to change in the Identify Site Regions dialog is the Site improvement drop down menu. Change this from Paving:

Roadway to Building Pads: Residential Pads. Now we are ready to start adding improvements to the residential building pads.

In some cases you might want to name the improvements. This can help for graphical identification in the plan view (requires *Name/Label Site Regions* command to be used) and/or for quantification purposes in the reports we will generate later. In the *Name* section of the *Identify Region Boundaries* dialog type in the name *Building Pad 01*.

Now left click in the *Location* box and then left click inside each of the five building pads that have no improvements assigned yet in the plan view. As you click in each pad the *Name* automatically increments to the next number. Your screen should now look like this.




Now you need to rebuild the surfaces again by pushing the *Build Surfaces* icon to update the subgrade design model.

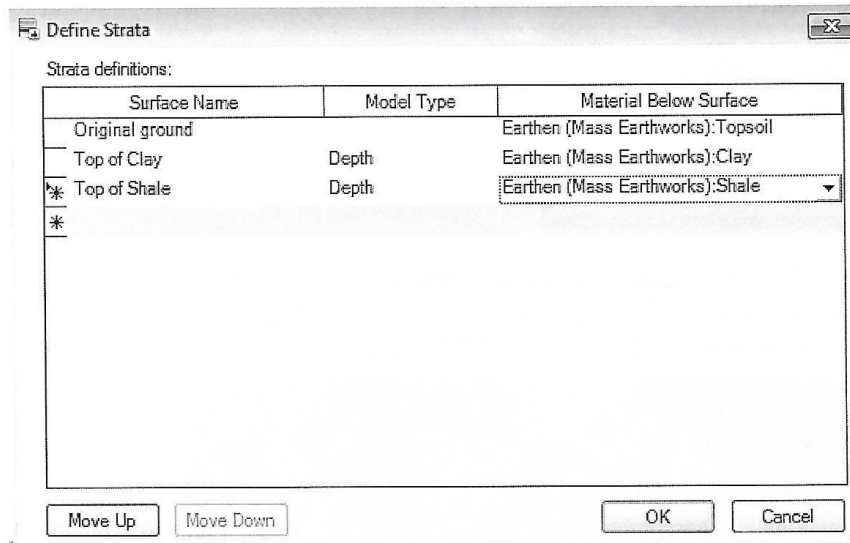
Defining Strata & Boreholes → Definir Estratos e seus materiais!
Pads!

As we saw in the section generated by the surface slicer view there is a lot of excavation before we get from original ground level to design. While we can calculate this volume, we need to define the existing material strata in between and their respective volumes.

To calculate the strata volumes we need to define strata and boreholes. Start by going to the Takeoff menu and pushing Define Strata.

 Define Strata

Because we defined the strata materials earlier of Topsoil, Clay, and Shale we only need to select these from the drop down menu in order and name the surfaces they will create as follows. This defines the order from top to bottom that these materials occur in on site.



Define Strata


Strata definitions:

Surface Name	Model Type	Material Below Surface
Original ground		Earthen (Mass Earthworks):Topsoil
Top of Clay	Depth	Earthen (Mass Earthworks):Clay
* Top of Shale	Depth	Earthen (Mass Earthworks):Shale ▼
*		

Move Up Move Down OK Cancel

Once you have done this push OK to close the dialog. You will now notice that the two surfaces you just named appear in our list of surfaces and are triangulated. At this stage they remain at the same level as the original ground model as there are no boreholes defined. So now we need to define our boreholes with strata depths to build some correct strata models.

So to add boreholes, go to the Takeoff menu and select Create Boring Log.

 Create Boring Log

In the dialog that appears we need to enter our first borehole with a name of *Northwest* on layer *0*. Click in the plan view for a location that is within the original ground contours. This will extract position and elevation from the original ground surface.

Create Boring Log

Name: Northwest

Layer: 0

Location: 3591.811, 2336.337

Elevation: 135.483

Boring Log Stratum Settings

Once we have the position and elevation entered push the *Boring Log Stratum Settings* button so we can enter the strata information. Set the *Entry Method* to be *Thickness*, this allows you to add thickness intervals for the various strata in the last column as follows.

Boring Log Stratum Settings

Boring log name: Northwest

Entry Method

☐ Elevation

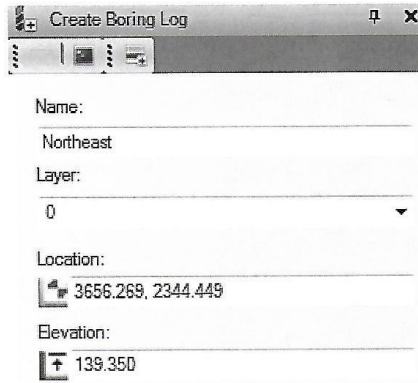
☐ Depth

☒ Thickness

Surface Name	Material	Elevation	Depth	Thickness (m)
Original ground		135.483		0.257
Top of Clay	Earthen (Mass Earthworks): Topsoil	135.226	0.257	1.364
Top of Shale	Earthen (Mass Earthworks): Clay	133.862	1.621	
	Earthen (Mass Earthworks): Shale			

OK Cancel

Change the name to Northeast and enter the following location details.



Create Boring Log

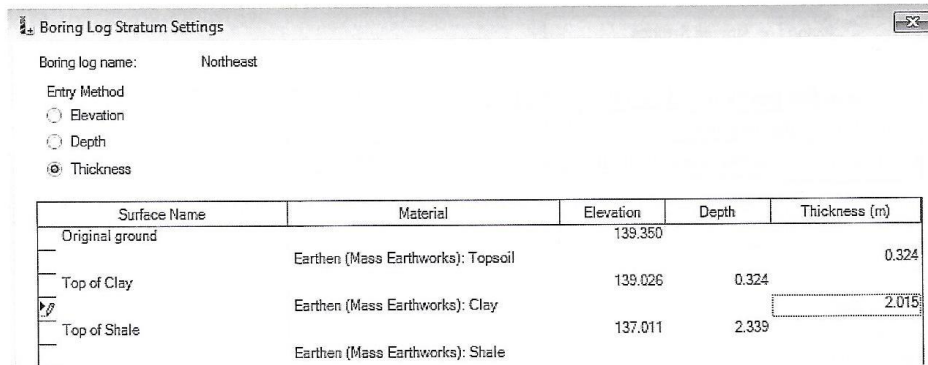
Name: Northeast

Layer: 0

Location: 3656.269, 2344.449

Elevation: 139.350

Then add the following borehole information to the point Northeast.



Boring Log Stratum Settings

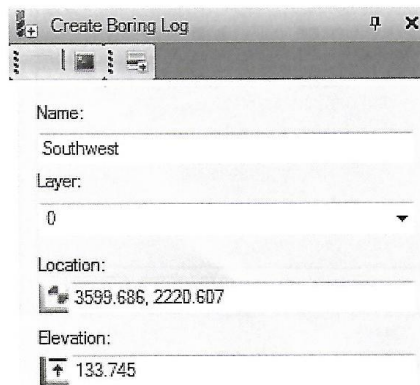
Boring log name: Northeast

Entry Method:

- ☐ Elevation
- ☐ Depth
- ☒ Thickness

Surface Name	Material	Elevation	Depth	Thickness (m)
Original ground		139.350		
Top of Clay	Earthen (Mass Earthworks): Topsoil		0.324	0.324
Top of Shale	Earthen (Mass Earthworks): Clay	139.026	2.339	2.015
	Earthen (Mass Earthworks): Shale	137.011		

Apply the borehole data and then create the next borehole Southwest as follows.



Create Boring Log

Name: Southwest

Layer: 0

Location: 3599.686, 2220.607

Elevation: 133.745

Then add the following borehole information to the point *Southwest*.

Boring Log Stratum Settings

Boring log name: Southwest

Entry Method

☐ Elevation

☐ Depth

☒ Thickness

Surface Name	Material	Elevation	Depth	Thickness (m)
Original ground		133.745		
Top of Clay	Earthen (Mass Earthworks): Topsoil			0.243
	Earthen (Mass Earthworks): Clay	133.502	0.243	
Top of Shale	Earthen (Mass Earthworks): Shale	131.362	2.383	2.140

Again apply the information and then create the next borehole *Southeast* as follows.

Create Boring Log

Name: Southeast

Layer: 0

Location: 3658.106, 2225.149

Elevation: 137.213

Then add the following borehole information to the point *Southeast*.

Boring Log Stratum Settings

Boring log name: Southeast

Entry Method

☐ Elevation

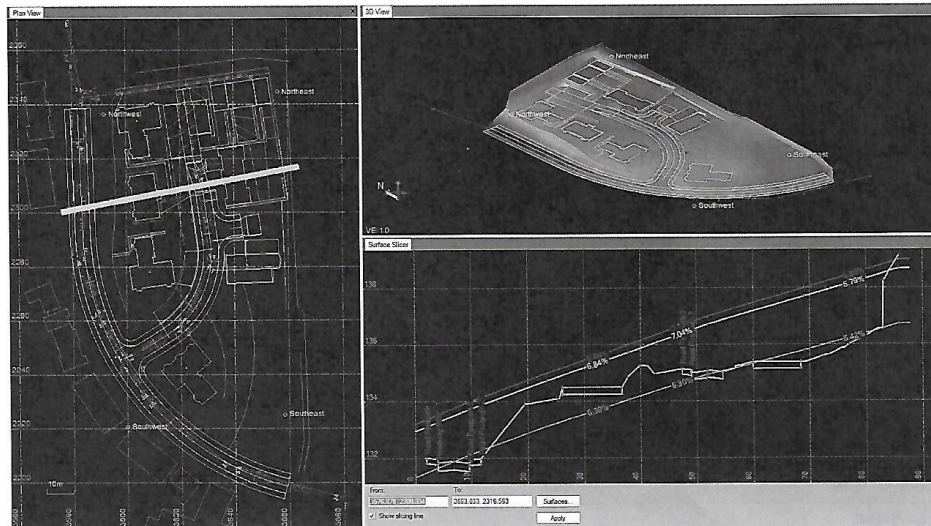
☐ Depth

☒ Thickness

Surface Name	Material	Elevation	Depth	Thickness (m)
Original ground		137.213		
Top of Clay	Earthen (Mass Earthworks): Topsoil			0.232
	Earthen (Mass Earthworks): Clay	136.981	0.232	
Top of Shale	Earthen (Mass Earthworks): Shale	134.767	2.446	2.214

Again apply the information and then rebuild the Takeoff Surfaces using the *Build Surfaces* command.

Now when you cut a slice through the models you will notice that the material strata layers have been interpolated between the boreholes forming surfaces for the respective materials. These can now be used for volume calculations and also topsoil stripping. ✓



Topsoil Strip

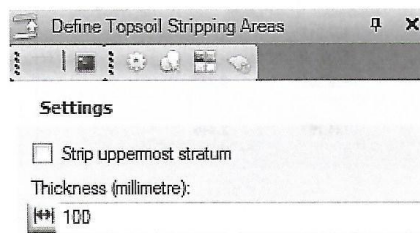
Solo Topo!

Before we start the main excavation process it is customary to strip away the topsoil, stockpile it and then use it for re-spreading on site later. To define the depth and area of strip, go to the Takeoff menu and push the Define Topsoil icon.

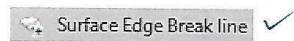
Define Topsoil ✓

The Define Topsoil Stripping Areas dialog that opens presents us with two options for defining the topsoil strip. We can either:

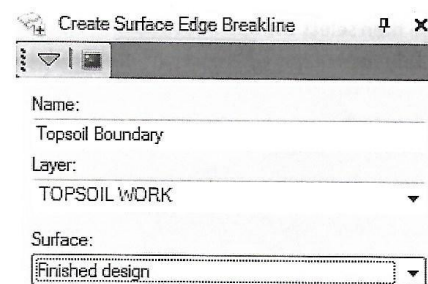
1. Strip the uppermost stratum as we have defined it using the borehole method to strip the topsoil down to the top of the clay surface
2. Thickness stripping by applying a set strip depth from the original ground level we have defined



As we have already defined strata and boreholes we will strip to the uppermost stratum. However while we know the depth of the strip to the clay we need to define the horizontal stripping boundary. To create the stripping boundary go to the Surface menu and select the Surface Edge Break line icon.

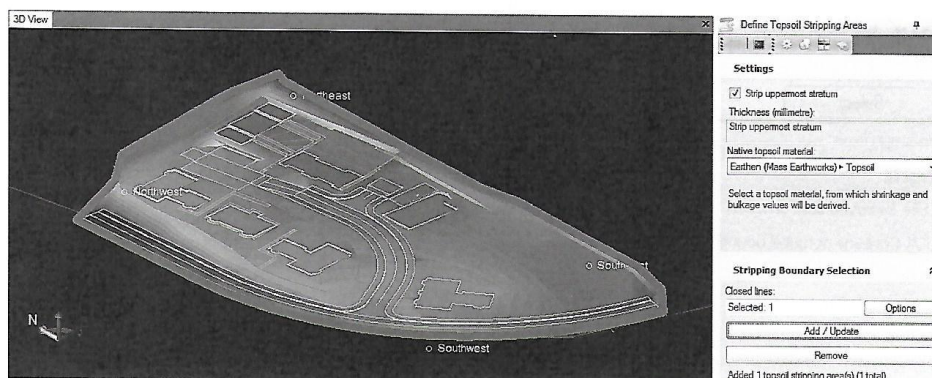


We could manually create our own stripping boundary but this command allows us to create a boundary to an existing surface. In this case we only need to strip topsoil above our final design model to avoid excess work and cost. As such define the dialog as follows putting the boundary on a new layer called TOPSOIL WORK so we can use it as a topsoil re-spread improvement later.



The press OK and the dialog closes taking us back to the Define Topsoil Stripping Areas dialog. Configure the topsoil strip as follows:

1. Tick the Strip uppermost stratum ✓
2. Ensure the Topsoil material is selected in the Native topsoil material drop down menu ✓
3. Click in the Closed lines box and then select the boundary line you just created from your view ✓
4. Then push the Add/Update button ✓



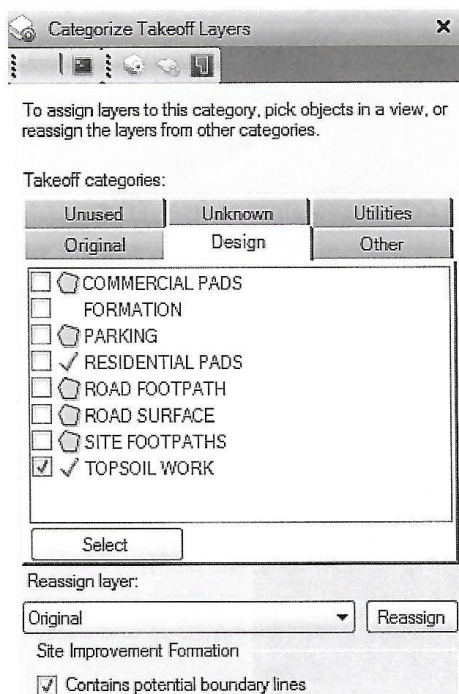
The dialog should then display a message Added 1 topsoil stripping area(s) (1total) to let you know this was successful. You can then close the dialog.

If you then rebuild the Takeoff surfaces it creates one more surface for the topsoil strip. This is the same as the top of clay surface for elevation but has a different exterior boundary matching the final design surface.

Topsoil Re-spread with Turf *→ Realocação de Turfa de Topo!*

Now we have one last improvement to work with on our site being the respreads of topsoil and turf to add some grass to the subdivision. To do this we have already created the materials and improvement, we need to categorize this work and apply the improvement. Do this by going opening the Categorize command in the Takeoff menu.

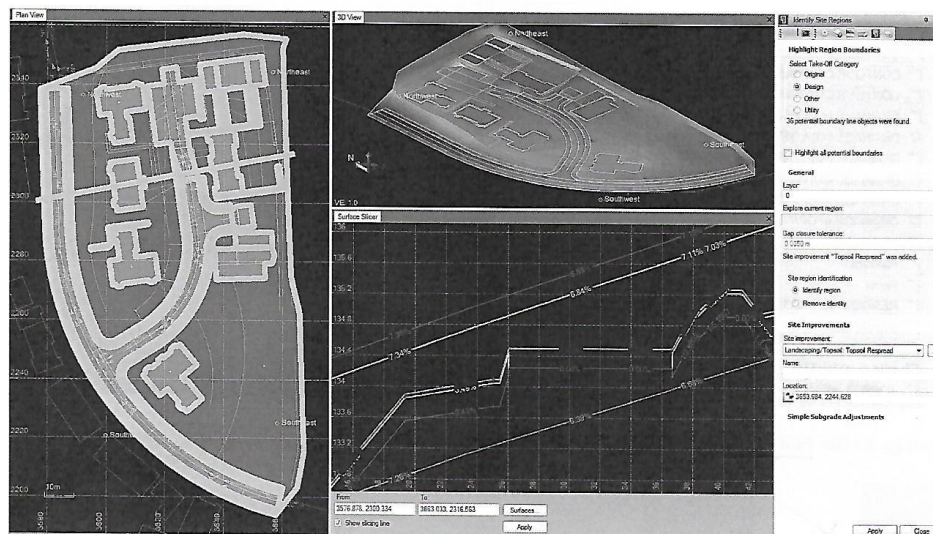
Once the Categorize Takeoff Layers dialog appears reassign the layer TOPSOIL WORK from the Unknown tab to the Design tab. Once it is on the Design tab then select the option Contains potential boundary lines as you see here. We will then identify the regions where we will re-spread topsoil and turf on site.



To apply the improvement, go to the Takeoff menu and select the Identify Site Regions command. Then follow these steps:

- 1. Select the Design category ✓
- 2. Select layer 0 from the drop down menu ✓
- 3. Select Identify region ✓
- 4. Select the Landscaping/Topsoil: Topsoil Respread improvement from the drop down menu ✓
- 5. Click in the Location box ✓
- 6. Click somewhere on the area that needs grassing in the plan view ✓
- 7. Rebuild the Takeoff surfaces using the Build Surfaces command ✓

Colocando Camada
Base de Topo!

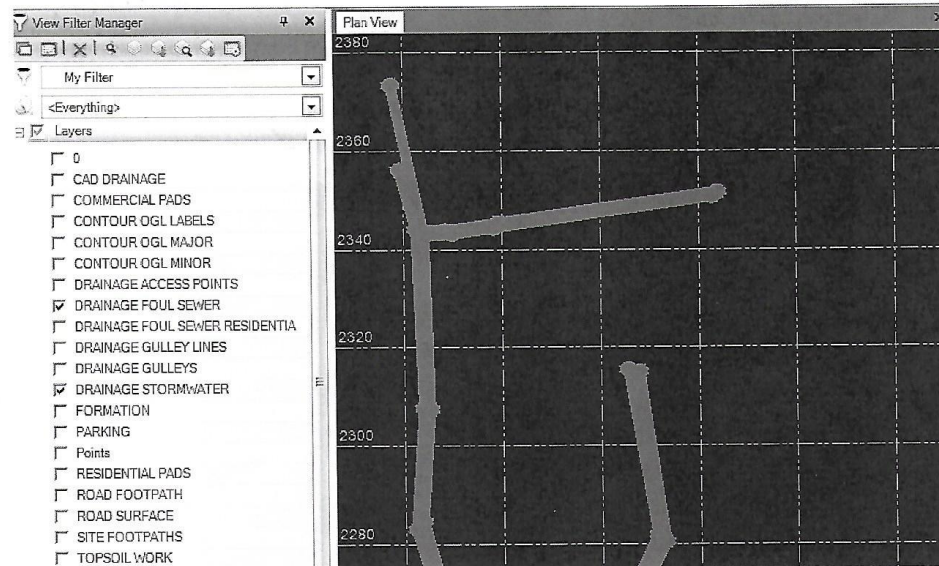


Now you will notice the following things have happened:

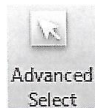
- 1. The plan view has multiple colours due to the different top layers of materials in the improvements ✓
- 2. One final surface was created allowing for the layer of turf and topsoil beneath the final design level ✓
- 3. In the section view you can now see this new surface in red ✓

Categorize the Utilities *→ Categoria Utilidade!*

The last categorization we need to work with is for the drainage utilities. Firstly we need to isolate the manholes and put them on their own layer for reporting purposes. To do this go to the View Filter and only have the DRAINAGE FOUL SEWER and the DRAINAGE STORMWATER layers visible.



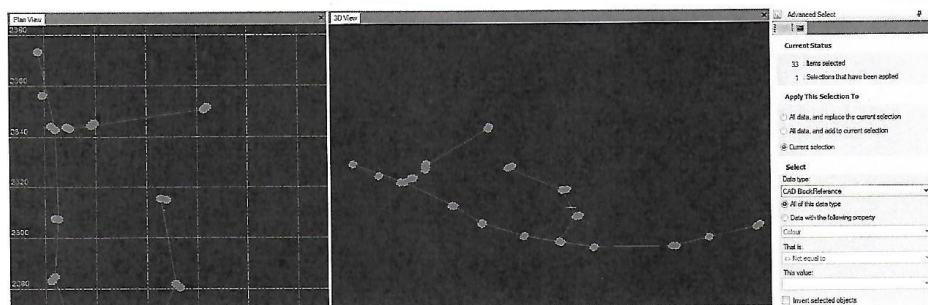
Then go to the Edit menu and select the Advanced Select icon.



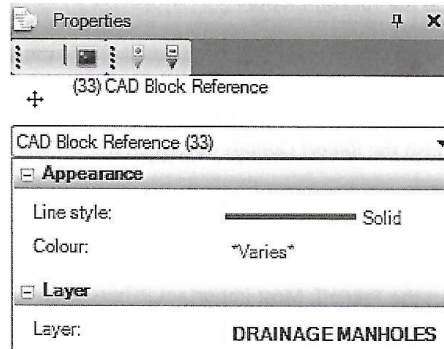
This function will allow us to select only the manholes from the two layers. Do this by setting the:

- 1. Apply This Selection To entry to Current Selection ✓
- 2. Data type drop down menu to CAD Block Reference ✓
- 3. Push Apply and only the manholes are left selected ✓

*→ Serve para isolar buracos de
a esse tipo "manhole" para
uma layer
propria!!*



Now push Cancel to close the command. Then with the manholes still selected, right click in the plan view and select Properties from the shortcut menu. Create a new layer called DRAINAGE MANHOLES for the manholes to reside on and be counted in the Takeoff Report.



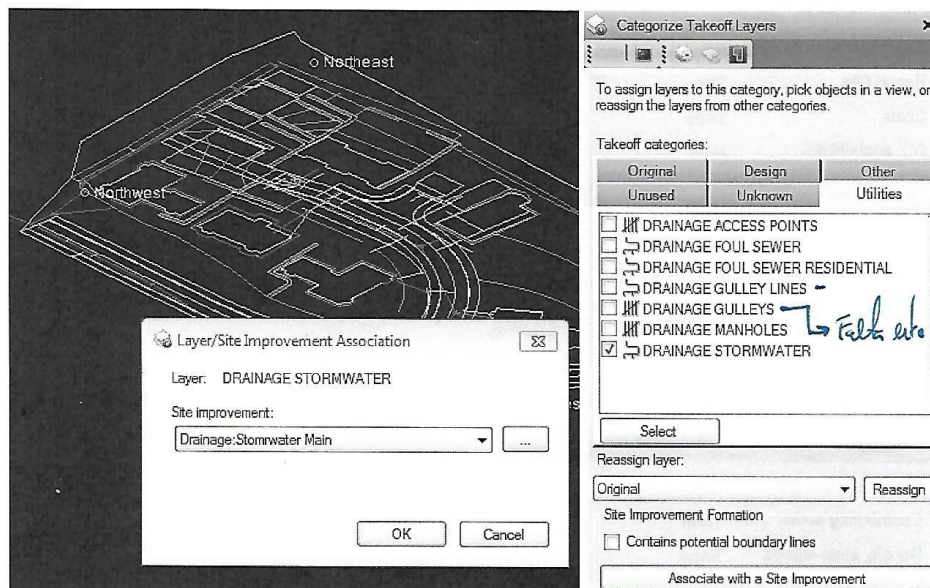
Novas Copia!

Faiz (na Novas 'Layers' (Copiar)!

This re-layering should have been done as part of the Data Prep process but it was worth demonstrating the simplicity and functionality of this useful command which can be used in a wide range of situations to isolate data as needed.

With that completed we are now ready to categorize the Utilities. So go back to the Takeoff menu and select the Categorize command one final time. Reassign the DRAINAGE MANHOLES layer from the Unknown category to the Utilities category.

Once that is done, associate each Utilities layer with their respective improvements.



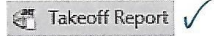
Associação Nelsonian a 7 como Layer Utilidade.

Faiz ali

Once complete, close the Categorize Takeoff Layers dialog and we are now ready to run a Takeoff Report.

Reporting

Now that we have our site complete with materials and improvements assigned we need to quantify what materials are needed to construct the project. To do this Business Center has a reporting function. To access the report, go to the Takeoff Report in the Takeoff menu.



This opens the Takeoff Report dialog where we can define the basic elements we need a report on. To configure more information to appear in the report push the Report Options button on the dialog toolbar.



Under these settings you can access further details about the Takeoff. Most important in here is to Show the Costs so you will know how much all the materials and improvements will cost in the project.

Settings

- Show on reports menu: Yes
- Float (undock) the repor: Yes
- Save intermediate data: No
- Header**
- Footer**
- General Content**
 - Save difference models: No
 - Report title: Show
 - Costs: Show
 - AOI applicability: Hide
- Mass Earthworks Analysis**
 - Surface names: Show
 - Material properties: Hide
 - Volume determinations: Show
 - Individual site regions: Show
 - Earthworks statistics: Show
 - Density state legend: Show
- Topsoil Handling**
 - Material properties: Hide
 - Contributing areas: Show
 - Density state legend: Show

Once you have configured the Settings push the OK button and you're returned to the main dialog.

Configure the main reporting dialog as follows and push OK to generate a report.

Takeoff Report

Report Sections

- ☒ Mass earthwork analysis
- ☒ Topsoil handling
- ☐ Existing in-ground improvement demolition
- ☒ Site improvement quantities

Report Coverage

Consider areas of interest:

Earthen Materials

- ☒ Account for shrinkage & bulkage
- Native material:
Earthen (Mass Earthworks) > Topsoil
- Borrow material:
<None>
- Content style:
Launch Excel

There are some key points to consider in how we configured the report dialog:

- 1. Because we are not demolishing any existing structures we do not need to report on demolition activities ✓
- 2. The Report Coverage can report on areas of interest so you can define boundaries to report on individually such as phase one of construction or the individual quantities of one section of the job ✓

*Não está contabilizada
demolição de
estruturas existentes!!*

Push OK to run the report. This takes a minute or two to calculate and then an Excel report appears. Covered in the report are the following:

Mass Earthworks Analysis

This covers the excavated material on site down to design. You will note that the topsoil category is 0 due to the volume being covered in the next part of the report during the stripping process. You will also notice there is a lot of cut material but almost no fill needed. As such the site doesn't balance so you would either raise the elevation of the design or find somewhere to dump the excess cut material.

Per marmos valores!

Earth Material Volume Summations (m³)							
Area of Interest	Earth Materials	Bank Cut Available	Loose Haulage	Bank Fill Contribution	Bank Fill Required	Bank Excess/Deficit	Loose Waste/Borrow
Entire Site	Topsoil	0.0	0.0	0.0			
Entire Site	Clay	17317.6	17317.6	17317.6			
Entire Site	Shale	3620.4	3620.4	3620.4			
Entire Site					2.1	20936.0	Indeterminable

Topsoil Handling

This page details the total area of the site we are stripping and then quantifies the volume of topsoil being stripped. With this project unlike the *Mass Earthworks* we put a lot of topsoil back during the re-spread process so do not have to dump so much excess material. However again there is excess so we could change our design to minimise the material to dump.

Topsoil Handling					
Area-Limited Topsoil Volume Summations (m³)					
Topsoil Stripping			Topsoil Replacement		
Bank Stripping Available	Loose Haulage/Stockpile	Bank Replacement Contribution	Bank Replacement Required	Excess/Deficit	Loose Waste/Borrow
3019.1	3019.1	3019.1	2056.8	962.2	962.2

Area

This page details the assorted area based improvements in the project and their respective materials. If improvements are assigned by the Categorize dialog for an entire layer then the layer has all the areas totalled. If the area based improvement is assigned using the *Identify Site Regions* command then the improvements are listed individually. You will also notice the individual improvements have their names to help with identification and cost derivation.

Note that all pricing in the report is based on your computer regional settings.

Area-Based Site Improvements									
Site Improvement Category	Area of Interest	Site Improvement Name	Take-off Category	Planimetric Area	Surface Area	Material Thickness (mm)	Material Volume	Supplemental Quantity	Bid Unit Price
Building Pads	Entire Site	Commercial Pads	Design		389.6 m²				£11.10 / m²
Building Pads	Entire Site	Paving: Concrete				200	77.9 m³	186.96 Ton	£45.00 / Ton
Building Pads	Entire Site	Paving: Gravel				250	97.4 m³	244.8 Ton	£55.00 / Ton
Building Pads	Entire Site	Residential Pads (Building Pad 04)	Design		181.3 m²				£22.30 / m²
Building Pads	Entire Site	Paving: Concrete				100	18.1 m³	43.44 Ton	£45.00 / Ton
Building Pads	Entire Site	Paving: Gravel				150	27.2 m³	54.4 Ton	£55.00 / Ton
Building Pads	Entire Site	Residential Pads (Building Pad 02)	Design		156.7 m²				£22.30 / m²
Building Pads	Entire Site	Paving: Concrete				100	15.7 m³	37.68 Ton	£45.00 / Ton
Building Pads	Entire Site	Paving: Gravel				150	23.5 m³	47 Ton	£55.00 / Ton
Building Pads	Entire Site	Residential Pads (Building Pad 03)	Design		222.2 m²				£22.30 / m²
Building Pads	Entire Site	Paving: Concrete				100	22.2 m³	53.52 Ton	£45.00 / Ton
Building Pads	Entire Site	Paving: Gravel				150	33.3 m³	67 Ton	£55.00 / Ton
Building Pads	Entire Site	Residential Pads (Building Pad 01)	Design		100.5 m²				£22.30 / m²
Building Pads	Entire Site	Paving: Concrete				100	20.0 m³	48 Ton	£45.00 / Ton
Building Pads	Entire Site	Paving: Gravel				150	29.3 m³	59.3 Ton	£55.00 / Ton
Building Pads	Entire Site	Residential Pads (Building Pad 01)	Design		159.5 m²				£22.30 / m²
Building Pads	Entire Site	Paving: Concrete				100	20.0 m³	48 Ton	£45.00 / Ton
Building Pads	Entire Site	Paving: Gravel				150	29.3 m³	59.3 Ton	£55.00 / Ton
Landscaping/Topsoil	Entire Site	Topsoil Respread	Design		7165.7 m²				£10.50 / m²
Landscaping/Topsoil	Entire Site	Landscaping: Turf				50	342.8 m³	685.6 Ton	£10.50 / m²
Paving	Entire Site	Roadways	Design		1867.3 m²				£44.70 / m²
Paving	Entire Site	Paving: Asphalt				75	139.5 m³	263.75 Ton	£50.00 / Ton
Paving	Entire Site	Paving: Gravel				225	229.8 m³	459.6 Ton	£55.00 / Ton
Paving	Entire Site	Paving: Asphalt	Design		490.7 m²				£50.00 / m²
Paving	Entire Site	Paving: Gravel				50	24.5 m³	38.76 Ton	£55.00 / Ton
Paving	Entire Site	Road Footpaths	Design		973.0 m²				£11.50 / m²
Paving	Entire Site	Paving: Asphalt				200	99.6 m³	199.2 Ton	£50.00 / Ton
Paving	Entire Site	Paving: Gravel				150	149.3 m³	298.6 Ton	£55.00 / Ton
Paving	Entire Site	Site Footpaths	Design		131.4 m²				£22.00 / m²
Paving	Entire Site	Paving: Asphalt				25	3.3 m³	7.32 Ton	£50.00 / Ton
Paving	Entire Site	Paving: Gravel				100	13.1 m³	26.2 Ton	£55.00 / Ton

Length

This page details all our length based improvements which includes our drainage pipes. This are calculated based on slope length as we specified when creating our improvements.

Length-Based Site Improvements						
Site Improvement Category	Area of Interest	Site Improvement Name	Take-off Category	Planimetric Length	Slope Length	Bid Unit Price
Drainage	Entire Site	Foul Sewer Residential	Utilities		77.693 m	£14.00 / m
Drainage	Entire Site	Drainage: Foul Sewer Residential	Utilities			£1,087.79
Drainage	Entire Site	Gully Pipes	Utilities		292.596 m	£5.00 / m
Drainage	Entire Site	Drainage: Gully Pipe	Utilities			£1,462.58
Drainage	Entire Site	Foul Sewer Main	Utilities		385.545 m	£4.00 / m
Drainage	Entire Site	Drainage: 150mm FS Main	Utilities			£1,542.18
Drainage	Entire Site	Stormwater Main	Utilities		371.774 m	£8.00 / m
Drainage	Entire Site	Drainage: 150mm SW Main	Utilities			£2,974.19

Count

This page details all items on site that we wanted counted. These are the manholes, access points and the gully points all part of the drainage scheme.

Count-Based Site Improvements						
Site Improvement Category	Area of Interest	Site Improvement Name	Take-off Category	Count	Bid Unit Price (each)	Bid Price
Drainage	Entire Site	Manholes	Utilities	33	£20.00	£660.00
Drainage	Entire Site	Gully Points	Utilities	12	£15.00	£180.00
Drainage	Entire Site	Access Points	Utilities	13	£15.00	£195.00

Pricing and Materials

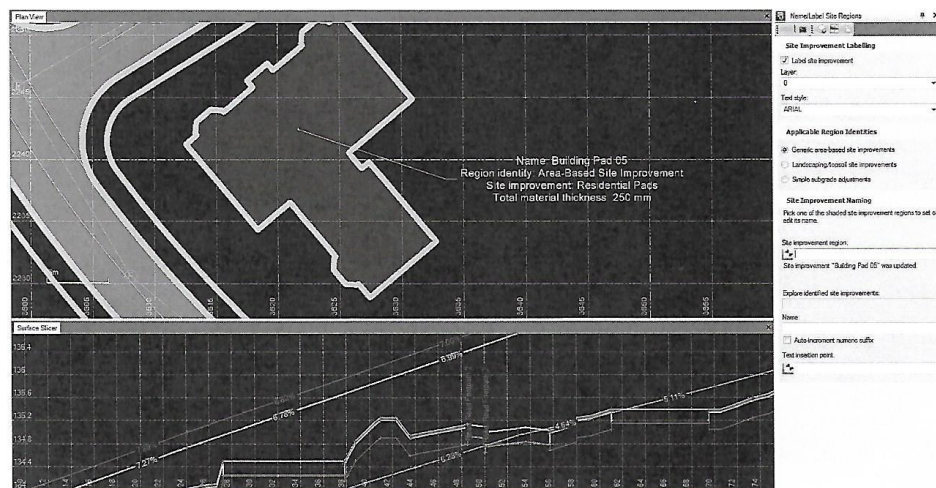
Finally we have the total bid price based on all our materials and improvements. Due to the fictitious nature of the prices used in this example we won't put any focus here. However these summaries give you the total amount of materials needed for the job, how much it will cost and then once made into your improvements; how much you should put in as a bidding price for a contract.

Labelling Site Regions

Nome Diferente Zona Estabelece!

Should you be required to submit a plan view plot of the project, it might be useful to label improvements in the plan view. You can do this simply using the Name/Label Site Regions command in the Takeoff menu.

Name/Label Site Regions



2

Anexo 2 – Report Exportado do Site Takeoff

<

[illegible]

Relatorio Final Simulação - Excel

Ficheiro Base Inserir Esquema de Página Fórmulas Dados Rever Ver Diga-me o que pretende fazer

Cortar Copiar Pincel de Formatação

Calibri 12 A A

N I S

Unir e Centrar

Formato Geral

Formatação Condicional

Formatar como Tabela

Estilos de Célula

Inserir

Área de Transferência

Tipo de Letra

Alinhamento

Número

	A	B	C	D	E	F	G
1	Count-Based Site Improvements						
2	Site Improvement Category	Area of Interest	Site Improvement Name	Takeoff Category	Count	Bid Unit Price (each)	Bid Price
3	Drainage	Entire Site	Manholes	Utilities	33	20,00 €	660,00 €
4	Drainage	Entire Site	Access Points	Utilities	13	15,00 €	195,00 €
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							

Mass Earthwork Summary Mass Earthwork Statistics Topsoil Handling Area Length Count Bid Price Summ ...

Pronto

Relatório Final Simulação - Excel

Ficheiro Base Inserir Esquema de Página Fórmulas Dados Rever Ver Diga-me o que pretende fazer

Cortar Copiar Pincel de Formatação

Calibri 11 A A

N I S

Área de Transferência Tipo de Letra Alinhamento Número

Moldar Texto Unir e Centrar

Formatação Condicional Formatar como Tabela Estilos de Célula Inserir Eliminar

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Bid Price Summary										
2	Site Improvement Category	Site Improvement Name	Takeoff Category	Length	Area	Count	Bid Unit Price		Bid Price		
3	Paving	Road Footpaths	Design		973,0 m ²		31,50 €/ m ²		30 621,15 €		
4	Landscaping/Topsoil	Topsoil Respread	Design		7131,2 m ²		10,50 €/ m ²		71 618,40 €		
5	Paving	Parking	Design		498,7 m ²		35,00 €/ m ²		17 430,00 €		
6	Paving	Roadway	Design		1467,3 m ²		44,75 €/ m ²		65 603,50 €		
7	Paving	Site Footpaths	Design		166,8 m ²		22,00 €/ m ²		3 663,00 €		
8	Building Pads	Commercial Pads	Design		389,6 m ²		51,10 €/ m ²		19 908,56 €		
9	Building Pads	Residential Pads	Design		960,2 m ²		32,30 €/ m ²		31 014,46 €		
10	Drainage	Manholes	Utilities			33	20,00 €		660,00 €		
11	Drainage	Access Points	Utilities			13	15,00 €		195,00 €		
12	Drainage	Foul Sewer Residential	Utilities	77,699 m			14,00 €/ m		1 087,79 €		
13	Drainage	Gulley Pipes	Utilities	271,273 m			12,00 €/ m		3 255,28 €		
14	Drainage	Foul Sewer Main	Utilities	385,949 m			19,00 €/ m		7 333,03 €		
15	Drainage	Stormwater Main	Utilities	371,774 m			18,00 €/ m		6 691,93 €		
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											

Topsoil Handling Area Length Count Bid Price Summary Material Cost Summary Material Totals

Pronto

Relatorio Final Simulação - Excel

Ficheiro Base Inserir Esquema de Página Fórmulas Dados Reverter Ver Diga-me o que pretende fazer

Cortar Copiar Pincel de Formatação Área de Transferência

Calibri 12 A A Moldar Texto Geral Formatação Condicional Estilos de Célula

N I S - Unir e Centrar % 000 2/6 4/3

Soma Automática Preenchimento Limpar Edição

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Material Procurement Cost Summary												
2	Material Category: Name	Length	Area	Volume	Supplemental Quantity	Supplemental Unit Conversion Factor	Unit Cost	Procurement Cost					
3	Drainage: Foul Sewer Residential	77,699 m					5,00 € / m	388,50 €					
4	Drainage: Gully Pipe	271,273 m					4,00 € / m	1 085,09 €					
5	Drainage: 150mm FS Main	385,949 m					8,00 € / m	3 087,59 €					
6	Drainage: 150mm SW Main	371,774 m					8,00 € / m	2 974,19 €					
7	Paving: Asphalt			187,6 m³	450,24 Ton	1 m³ = 2,4 Ton	50,00 € / Ton	22 512,00 €					
8	Paving: Gravel			833,3 m³	1666,6 Ton	1 m³ = 2 Ton	35,00 € / Ton	58 331,00 €					
9	Landscaping : Turf		6820,8 m²				8,00 € / m²	54 566,40 €					
10	Paving: Concrete			174,0 m³	417,6 Ton	1 m³ = 2,4 Ton	45,00 € / Ton	18 792,00 €					
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													
32													
33													

Topsoil Handling Area Length Count Bid Price Summary Material Cost Summary Material Totals

Pronto